VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

ЧАСТЬ 1

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

ЧАСТЬ 1

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Общее руководство по ремонту ракетно-артиллерийского вооружения * предназначено для использования в ремонтных органах частей, соединений и объединений в мирное и военное время.

Общее руководство используется совместно с эксплуатационной документацией и действующими частными руководствами по ремонту ** конкретных образцов вооружения.

В Общем руководстве приведены указания по ремонту вооружения (устранению наиболее характерных неисправностей с применением оборудования ремонтных органов), которые распространяются на ремонт всех видов вооружения или отдельных его групп.

В эксплуатационной документации содержатся указания по разборке конкретного образца вооружения на составные части и составных частей до сборочных единиц и деталей в объеме, необходимом для выявления и устранения неисправностей, по сборке составных частей и образца в целом, проверке, регулированию, настройке и испытаниям образца после устранения неисправностей, а также правила использования одиночного и группового комплектов ЗИП при устранении неисправностей. Ранее изданную эксплуатационную документацию, в которой могут содержаться не все приведенные выше указания, следует использовать совместно с руководствами по ремонту (с ранее изданными руководствами по среднему ремонту) на эти же образцы вооружения.

Кроме настоящего Общего руководства, эксплуатационной документации и частных руководств при ремонте вооружения необходимо пользоваться инструкцией по категорированию, циркулярами и директивами по вопросам ремонта вооружения. Ремонт измерительных приборов производить по действующим ремонтным документам на электроизмерительные, радиоизмерительные и манометрические приборы в соответствии с установленным порядком.

---

* В дальнейшем именуется Общее руководство.

** В дальнейшем эксплуатационная документация и частные руководства по ремонту именуются частное руководство.

Ремонт комплектующих элементов ракетно-артиллерийского вооружения, довольствующими органами которых являются другие службы (базовых шасси, двигателей внутреннего сгорания, унифицированных агрегатов питания, средств связи, средств ПХЗ и др.), производится по нормативно-технической документации этих служб в ремонтных органах объединений.

Общее руководство состоит из следующих частей:

Часть 1. Общая часть.

Часть 2. Ремонт радиотехнического вооружения.

Часть 3. Ремонт артиллерийских орудий, стрелкового оружия и средств ближнего боя.

Часть 4. Ремонт артиллерийских оптических и электронно-оптических приборов.

Часть 1 Общего руководства состоит из двадцати одного раздела и приложений.

В разд. 1 изложены общие указания по ремонту; в разд. 2—7 — указания по мерам безопасности, дефектации, разборке и сборке вооружения, изготовлению деталей и устранению общих неисправностей деталей и их типовых сопряжений; в разд. 8—10, 19, 20 изложены вопросы отыскания и устранения неисправностей в наиболее типовых механических устройствах; в разд. 11—18 — в электромеханических и радиотехнических устройствах; в разд. 21 даны указания по восстановлению защитных покрытий.

В приложениях приведены необходимые технологические инструкции и справочные данные.

С выходом в свет настоящего Общего руководства отменяются общие указания и технологические инструкции, помещенные в ранее изданных частных руководствах по ремонту и отличающиеся от общих указаний и инструкций настоящего Общего руководства.

Общее руководство издания 1972 г. до израсходования тиража разрешается использовать при ремонте вооружения наряду с настоящим Общим руководством.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

Настоящее Общее руководство предназначено для использования в мирное и военное время при ремонте вооружения в процессе его эксплуатации личным составом расчетов (отделений, экипажей), подразделениями регламентно-настроечных работ, ремонтными органами частей и соединений на пунктах (площадках) технического обслуживания и ремонта, на местах стоянки вооружения или выхода его из строя, а также силами и средствами подвижных ремонтных органов объединений.

При проведении ремонта используются технологическое оборудование, приборы, приспособления и инструмент штатных ремонтных органов частей, соединений, объединений и подразделений регламентно-настроечных работ, одиночный и групповой комплекты ЗИП, расходные материалы согласно нормам годового отпуска, а также запасные части согласно нормам расхода, установленным для ремонтных органов объединений.

Возможность ремонта образца вооружения или его составных частей личным составом расчетов (отделений, экипажей), подразделениями регламентно-настроечных работ, ремонтными органами частей, соединений или объединений определяется исходя из объема ремонта образца или его составных частей, наличия запасных частей, оборудования и специалистов для проведения ремонта, а также временем, в течение которого может выполняться ремонт конкретного образца вооружения или его составных частей.

Ориентировочный перечень работ, которые могут выполняться в соответствии с указаниями настоящего Общего руководства различными ремонтными органами, приведен в приложении 1.

Перечни оборудования, приборов, инструмента, специнструмента и приспособлений, необходимых при ремонте, приводятся в настоящем Общем руководстве, эксплуатационной документации и частных руководствах по ремонту конкретных образцов вооружения. Разрешается также применять приспособления и инструмент, разработанные по предложениям личного состава ремонтных органов, если они повышают производительность труда, облегчают труд работающих и обеспечивают требуемое качество выполняемых работ.

Испытательная и проверочная аппаратура, измерительные приборы и инструмент, используемые при ремонте, должны быть исправными, а подлежащие поверке поверочными органами, должны быть поверены и иметь соответствующие документы (клейма), подтверждающие их исправность и пригодность для применения.

Изменять способы ремонта, а также технические требования, предусмотренные настоящим Общим и частным руководствами, **запрещается.**

Решения о способах устранения неисправностей, не предусмотренных частным руководством, инструкцией по эксплуатации (руководством службы) или настоящим Общим руководством, должны приниматься начальником ремонтного органа. Если указанные неисправности являются повторяющимися, то начальник ремонтного органа обязан донести о них в службу РАВ.

Доработка вооружения производится порядком, объявленным Руководством по эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения.

При замене неисправных деталей и составных частей на образцах вооружения старой конструкции допускается постановка модернизированных деталей и составных частей при условии удовлетворения отремонтированного вооружения требованиям настоящего Общего и частных руководств.

Детали и составные части вооружения, ранее отремонтированные способами, не предусмотренными настоящим Общим и частными руководствами, могут быть использованы при условии удовлетворения вооружения требованиям эксплуатационной документации.

В ремонтных органах частей, соединений и объединений ремонт вооружения должен производиться, как правило, необезличенным методом.

В военное время должны устраняться только те неисправности, наличие которых влияет на боеспособность * образца вооружения. Изгибы деталей, вмятины и другие механические повреждения, не влияющие на безотказность действия механизмов и не препятствующие работе расчета, а также нарушения лакокрасочных, химических и гальванических покрытий допускаются. Допускается также не заменять уплотнительные детали, если они обеспечивают герметичность в соединениях.

В отдельных случаях при ремонте вооружения в военное время допускается с разрешения соответствующего начальника службы ракетно-артиллерийского вооружения восстановление вооружения путем перестановки (перекомплектации) исправных составных частей с поврежденных образцов вооружения,

---

* Под боеспособностью образца вооружения следует понимать функционирование образца с параметрами, установленными эксплуатационной документацией.

восстановление которых невозможно или в сложившихся условиях нецелесообразно.

Контроль качества ремонта должны осуществлять командиры (начальники) подразделений по ремонту вооружения и начальники ремонтных органов, а также начальники служб ракетно-артиллерийского вооружения.

Непосредственную ответственность за качество ремонта несут лица, производящие ремонт, а также руководители ремонтных работ, командиры (начальники) подразделений по ремонту вооружения и начальники ремонтных органов.

Контроль качества ремонта вооружения производится:

при ремонте (изготовлении) деталей и подготовке их для сборки;

при сборке отдельных составных частей;

при сборке вооружения и подготовке его к испытаниям;

при испытании вооружения;

при подготовке вооружения к отправке из ремонтного органа.

При ремонте вооружения каждая выполненная работа должна быть проверена и принята соответствующим руководителем ремонтных работ. Выполнение последующих работ производить после проверки качества предыдущих.

После ремонта должны быть произведены все необходимые записи в формуляре изделия вооружения.

2. УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ

2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Работы по ремонту вооружения должны выполняться в соответствии с действующими законоположениями и нормами о мерах безопасности, приказами и директивами командования, а также в соответствии с требованиями, изложенными в соответствующих приказах МО СССР, в технических описаниях, инструкциях по эксплуатации (руководствах службы) на каждый образец вооружения, в частных руководствах по ремонту, в руководстве по эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения в войсках, а также требованиями, изложенными ниже.

Ответственность за состояние мер безопасности и контроль за выполнением требований по мерам безопасности возлагаются на командиров всех степеней и весь инженерно-технический состав ремонтных органов.

К ремонтным работам допускается личный состав, изучивший материальную часть ремонтируемых изделий, имеющий подготовку, обеспечивающую правильную и безопасную эксплуатацию оборудования ремонтных органов, изучивший меры безопасности и прошедший инструктаж о мерах безопасности на рабочем месте.

Инструктаж о мерах безопасности на рабочих местах и организация учета инструктажа возлагаются на начальника подразделения. Инструктаж необходимо проводить в сроки, установленные приказами, инструкциями и правилами по технике безопасности. Для учета проводимого инструктажа заводится журнал. Форма журнала инструктажа приведена в приложении 2.

На рабочих местах должна находиться инструкция о мерах безопасности применительно к виду выполняемых работ с учетом конкретного оборудования рабочего места.

Обучение мерам безопасности и периодическая проверка знаний этих мер обязательны для лиц, работающих на сложном оборудовании, и для лиц, работающих на участках с повышенной опасностью (электротехнический персонал, радио-

технический персонал, газоэлектросварщики, крановщики, работающие с сосудами под давлением, с радиоактивными и ядохимическими веществами и др.). Периодическую проверку знаний необходимо проводить не реже одного раза в три месяца.

Лица, вновь прибывшие в ремонтные органы для временной или постоянной работы, без предварительного инструктажа и проверки знаний ими мер безопасности к ремонтным работам не допускаются.

Поступившее в ремонт вооружение в первую очередь необходимо проверить на безопасность (разряжено ли оружие) и на зараженность радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными (биологическими) средствами.

В военное время в случае заражения вооружение должно быть подвергнуто полной дезактивации в соответствии с действующей документацией по дегазации, дезактивации и дезинфекции.

Рабочее место необходимо содержать в чистоте, не загромождать его посторонними предметами. При ремонте стрелкового оружия не разрешается содержать на рабочих местах боеприпасы и пиротехнические средства; для проверки взаимодействий частей и механизмов использовать только проверочные патроны (холостые).

Под ногами у работающего не должно быть стружки, масла, жидкостей и других отходов производства.

При выполнении ремонтных работ пользоваться только исправными оборудованием, инструментом и приспособлениями, применяя их строго по назначению. Режущий инструмент должен быть правильно заточен, не иметь заусенцев на режущей кромке. Деревянные рукоятки инструмента (отверток, напильников, молотков, кувалд, топоров), колодки столярного инструмента и т. п. должны быть плотно пригнаны к инструменту и обеспечивать надежное его крепление. На указанных рукоятках и колодках не допускаются трещины, надломы, шероховатости поверхности. Не разрешается работать инструментом без рукояток, если конструкцией инструмента они предусмотрены.

Рабочие места должны быть оборудованы местным освещением на напряжение не свыше 36 В (на это же напряжение должны быть и переносные лампы); при отсутствии сети низковольтного напряжения и понижающих трансформаторов применять аккумуляторные фонари.

Для разборки отдельных составных частей изделия (механизмов, блоков и др.) рабочие места должны быть оборудованы соответствующими подставками (козелками), обеспечивающими свободный доступ к объектам ремонта и надежность их крепления; указанные подставки должны изготовляться силами ремонтного органа; использование для этой цели случайных неприспособленных предметов и деталей изделия не допускается.

В последующих подразделах и далее по тексту настоящего руководства излагаются дополнительные меры безопасности при выполнении различных работ при ремонте вооружения; кроме того, специальные меры безопасности приведены в технических описаниях, инструкциях по эксплуатации и в частных руководствах по ремонту.

2.2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С ЭЛЕКТРО- И РАДИОАППАРАТУРОЙ, ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ И АГРЕГАТАМИ ПИТАНИЯ

Рабочие места по ремонту электро- и радиоаппаратуры, электростанций и агрегатов питания должны быть укомплектованы защитными средствами (резиновыми ковриками, галошами, перчатками и др.). Защитные средства необходимо периодически проверять на электрическую прочность.

Оборудование рабочих мест должно быть исправным. При работах с блоками, имеющими высокое напряжение (свыше 500 В), на рабочем месте должно быть предусмотрено устройство для быстрого выключения питания. Металлические каркасы рабочих мест должны быть надежно заземлены.

Оборудование рабочих мест и неисправные блоки, сборочные единицы должны размещаться с учетом удобства и безопасного проведения работ.

Расходные горючие и лакокрасочные материалы, смазочные масла не должны размещаться вблизи места производства монтажных (паяльных) работ и источников теплового излучения (паяльников).

Рабочие места должны быть оборудованы средствами пожаротушения и санитарными аптечками первой помощи. Состав аптечки должен соответствовать списку, приведенному в приложении 16 к Правилам техники электробезопасности при эксплуатации военных электроустановок.

В целях предотвращения поражения людей электрическим током и возникновения пожароопасных ситуаций перед включением аппаратуры в процессе поиска неисправностей в объектах ремонта, имеющих боевые повреждения, необходимо особое внимание обращать на характер повреждений, наличие открытых токоведущих элементов и коротких замыканий.

До включения напряжения необходимо тщательно проверить правильность собранной схемы, надежность соединений. Если в составе ремонтируемого изделия предусмотрены штатные заземлители, то заземлить изделие с использованием их.

При выполнении работ с электрическими схемами, находящимися под напряжением, использовать инструмент с изолированными рукоятками.

Ремонтные работы в блоках, имеющих высокое напряжение (свыше 500 В), производить только при выключенном питании после разряда накопительных конденсаторов, имеющих большую емкость.

Проверка под током, настройка и регулировка аппаратуры должны производиться обязательно двумя специалистами, работающими одновременно, при этом действия каждого участвующего в проверке и настройке должны обеспечивать собственную безопасность и безопасность другого лица.

Во избежание отравления личного состава, занятого на паяльных работах с использовованием припоев, содержащих свинец, следует:

инструктировать о мерах безопасности при обращении со свинцовыми сплавами и об обязательности их соблюдения;

расходуемые припои и канифоль помещать только в специальных гнездах подставки для паяльника, не допускать загрязнения рабочих поверхностей свинцом;

соблюдать меры индивидуальной профилактики.

Измерительные приборы должны подключаться хорошо изолированными гибкими проводами с надежно присоединенными щупами или наконечниками. Щупы должны иметь хорошо изолированные ручки. Длина щупов должна быть такой, чтобы руки оператора при работе с приборами находились на безопасном расстоянии от неизолированных токоведущих поверхностей (10—15 см).

При измерении напряжений по отношению к шасси блока (узла) пользоваться только одним щупом, подключая второй провод от вольтметра к шасси с помощью постоянного соединения или зажима типа «крокодил». Постоянное соединение выполнять под клемму или надежной скруткой вокруг какой-либо металлической неокрашенной детали, соединенной с шасси блока.

Запрещается:

подключать аппаратуру к внешнему (постороннему) источнику тока, не убедившись в соответствии напряжения внешнего источника напряжению потребителей тока;

производить свертывание, развертывание, изменение схемы кабельной сети, находящейся под напряжением;

оставлять без наблюдения включенные агрегаты, электрические машины и другую аппаратуру;

снимать при включенном питании защитные кожуха, боковые защитные стенки, крышки и сетки ремонтируемой аппаратуры;

заменять при включенном питании лампы, предохранители и другие детали, выполнять какие-либо отпайки, замыкать системы блокировки искусственными закорачивающими перемычками, присоединять приборы и кабели, прикасаться при включенном питании к анодным колпачкам или штырькам ламп и оголенным проводам цепей блоков, к незаземленным кожухам

или металлическим деталям приборов, соединенных с цепями высокого напряжения, чистить и протирать блоки, заливать смазку;

применять в случае повреждения участка монтажа временные соединения;

накрывать брезентом работающие электродвигатели;

нарушать установленный инструкцией по эксплуатации порядок включения и выключения устройств;

вставлять самодельные вставки вместо предохранителей.

При работе с агрегатами питания, а также бензиновыми, дизельными и газотурбинными двигателями передвижных электроустановок **запрещается:**

запускать агрегаты при включенных выключателях, переключателях и реостатах;

применять неосвидетельствованные диэлектрические перчатки, боты или коврики, запускать агрегаты без подключенного заземления;

во время работы смазывать, заправлять бензином и маслом агрегаты, курить у агрегатов, оставлять их без присмотра, хранить легковоспламеняющиеся вещества на расстоянии ближе 15 м от агрегатов;

ремонтировать и подключать кабельную сеть под напряжением, открывать распределительный щит и производить регулировку или заменять отдельные элементы сборочных единиц агрегатов;

принудительно замыкать и размыкать контактные системы реле и контакторов;

прикасаться к диффузору двигателя и камеры сгорания до их охлаждения;

оставлять открытыми люки для обслуживания при запуске газотурбинного двигателя и во время его работы;

запуск и работа двигателя при наличии течи топлива и масла.

Не допускается просачивание выхлопных газов, работающих двигателей и отопительных устройств через сочленения труб в кузовах автомашин.

При работе агрегата питания (передвижной электроустановки) в закрытом помещении необходимо обеспечить отвод отработавших газов из помещения. Для этого использовать гибкий шланг или трубы, соединяемые с выпускной трубой.

Следует систематически проветривать кузова с работающими в них агрегатами и отопительными системами для предохранения личного состава от отравления выхлопными газами двигателей, отопителей и угарным газом печей.

Помимо перечисленных выше мер безопасности следует руководствоваться указаниями, помещенными в Правилах техники электробезопасности при эксплуатации военных электроустановок (Воениздат, 1974) и частных руководствах.

2.3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С ИСТОЧНИКАМИ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ И ИСТОЧНИКАМИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

2.3.1. Меры безопасности при работе с источниками сверхвысокой частоты

Меры безопасности, изложенные в настоящем подразделе, должны соблюдаться при работе с напряжениями частотой свыше 100 кГц.

Перед началом работы на станции необходимо:

проверить исправность контрольно-измерительных приборов, высокочастотных соединений, придаваемых к ним;

проверить состояние и надежность заземления аппаратуры. Сопротивление заземления должно быть не выше величины, указанной в инструкции по эксплуатации изделия.

Основными источниками излучения энергии сверхвысокой частоты (СВЧ) являются антенные системы, линии передачи энергии (волноводные тракты, волноводно-коаксиальные переходы, фланцевые сочленения, вращающиеся переходы), разрядники, фазовращатели, согласующие устройства, генераторы СВЧ (магнетроны, клистроны, генераторные лампы и т. п.), отдельные СВЧ блоки, антенные переключатели.

Для снижения влияния излучения проводить следующие защитные мероприятия:

ремонт и настройку аппаратуры по возможности проводить на эквивалент антенны;

экранировать источники излучения заземленными металлическими кожухами или сетками;

экранировать отверстия, имеющиеся в защитных экранах и конусах для проводки труб, электрических кабелей, вентиляционных каналов;

применять индивидуальные средства защиты (радиозащитные халат, комбинезон, очки ОРЗ-5).

При работе с источниками СВЧ **запрещается:**

работать в изделии с нарушенной системой блокировки и защиты;

включать передатчик и другие источники СВЧ без предварительного предупреждения работающих в изделии и находящихся в непосредственной близости от изделия;

осматривать открытые концы волноводов, облучатели и отражатели антенн, соединения волноводных трактов и другие источники излучения поля СВЧ при включенных передатчиках;

включать передающую аппаратуру при снятых кожухах, открытых дверцах, при снятых или незакрепленных экранах;

оставлять неплотно вдвинутыми в ниши шкафов блоки передающей аппаратуры и блоки питания;

выполнять работы с антенно-фидерными устройствами при включенных передатчиках и находиться в зоне излучения антенны;

находиться у блоков с СВЧ приборами при открытых дверцах и крышках в шкафах, снятых кожухах и т. п.;

направлять излучаемый антенной поток энергии в сторону от выделенной зоны (сектора) излучения;

направлять излучатели (антенны) на жилые помещения;

определять наличие генерируемой мощности по тепловому эффекту на руке или другой части тела;

находиться в помещении с высокочастотной аппаратурой посторонним лицам; двери помещения с высокочастотной аппаратурой должны быть закрыты;

находиться в процессе работы аппаратуры на расстоянии, более близком от нее, чем это установлено инструкцией по эксплуатации;

оставлять без надзора включенное изделие.

Гигиенические нормы облучения электромагнитным полем СВЧ составляют:

не более 8 ч (длительное пребывание), если плотность потока средней мощности не более 10 мкВт/см^2;

не более 2 ч, если плотность потока средней мощности не превышает 100 мкВт/см^2;

не более 15 мин, если плотность потока средней мощности не превышает 1000 мкВт/см^2.

Плотность потока мощности (ППМ), мкВт/см^2, на электрической оси антенны в дальней зоне рассчитывается по формуле

$$\text{ППМ} = \frac{P_{ср} G}{4 \pi R^2},$$

где $P_{ср}$ — средняя излучаемая мощность, мкВт;

R — расстояние от антенны до места работы обслуживающего персонала, см;

G — коэффициент усиления антенны.

Формула справедлива только для дальней зоны, т. е. при

$$R \geq \frac{L_1 L_2}{\lambda},$$

где L_1 — горизонтальный размер зеркала антенны, см;

L_2 — вертикальный размер зеркала антенны, см;

λ — длина волны, см.

2.3.2. Меры безопасности при работах с рентгеновскими излучениями СВЧ устройств

Рентгеновское излучение СВЧ устройств является одним из сопутствующих факторов электромагнитного излучения. Причем оно более опасно для организма человека, чем СВЧ излучение, так как является ионизирующим излучением.

Источниками рентгеновского излучения являются электровакуумные приборы, работающие при высоких напряжениях на электродах (свыше 5 кВ).

Рентгеновское излучение возникает в мощных генераторах СВЧ радиолокационных станций (усилительные клистроны, ЛБВ и т. п.), модуляторных лампах, тиратронах, мощных кенотронах, электронно-лучевых трубках телевизионных приемников и т. п.

Защита от рентгеновского излучения осуществляется экранированием источников излучения, удалением рабочих мест от источников излучения, применением индивидуальных средств защиты (защитные очки, козырьки из свинцового стекла, просвинцованные резиновые фартуки и перчатки). Индивидуальные средства защиты применяются только тогда, когда возникает острая необходимость работы под облучением без защитных экранирующих средств.

При работе с рентгеновскими излучениями СВЧ устройств **запрещается:**

включать передающую аппаратуру при раскрытых смотровых люках, дверках, а также при неисправной блокировке дверок;

находиться у блоков с анодным напряжением электровакуумных приборов 5 кВ и более при открытых дверках и крышках в шкафах, снятых кожухах и т. д.;

заменять защитные свинцовые стекла на обычные;

определять наличие генерируемой мощности по тепловому эффекту на руке или другой части тела.

Предельно допустимая доза внешнего облучения персонала равна 3 бэр (0,03 Дж/кг) за квартал и 5 бэр (0,05 Дж/кг) за год.

2.4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С ГРУЗОПОДЪЕМНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

К работам с грузоподъемными механизмами допускаются только лица, имеющие удостоверения на право работы с ними.

На месте производства работ по подъему грузов, а также на самих грузоподъемных машинах должны находиться только лица, имеющие прямое отношение к проводимой работе.

Грузоподъемные механизмы должны периодически подвергаться техническому освидетельствованию в соответствии с действующими положениями.

Груз должен крепиться с учетом расположения центра тяжести.

Запрещается:

поднимать груз, масса которого превышает грузоподъемность механизма;

поднимать груз, закрепленный за один рог двурогого крюка;

поднимать груз, засыпанный землей или примерзший к земле, заложенный другими грузами, укрепленный болтами или залитый бетоном;

освобождать грузоподъемной машиной защемленные грузом стропы, канаты или цепи;

выравнивать поднимаемый или перемещаемый груз собственной массой, а также поправлять стропы с грузом на весу;

находиться под грузом, поддерживать груз руками во время перемещения его грузоподъемными механизмами;

оставлять груз в подвешенном состоянии на грузовом канате после окончания работ;

опускать груз на место, где не исключена возможность его падения, опрокидывания или сползания;

подтягивать грузы в горизонтальном направлении (волоком);

использовать грузоподъемные средства с просроченными сроками технического освидетельствования;

поднимать спецгрузы (учебно-боевые изделия, габаритно-весовые макеты и др.) без использования штатных траверс и такелажных устройств.

Работу с грузоподъемными средствами должны выполнять не менее двух человек.

2.5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ И СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТАХ

Все приспособления, применяемые для закрепления обрабатываемых деталей, должны обеспечивать их надежное крепление.

Запрещается производить измерение обрабатываемого изделия универсальным измерительным инструментом без остановки станка.

Защитные устройства, имеющиеся на станочном оборудовании, должны быть в исправном состоянии.

Для защиты глаз от отлетающих частиц металла (при рубке зубилом, крейцмейселем и другими рубящими инструментами) следует использовать защитные очки (из небьющегося стекла или сетчатые).

Для полировки, зачистки и опиловки изделий на станках необходимо применять специальные приспособления (зажимные клещи, державки и т. д.), обеспечивающие безопасное выполнение этих операций.

Смена и крепление деталей во время работы станка, а также смена режущего инструмента не разрешаются (за исключением безопасных быстросменных патронов сверлильных станков).

Уборку от станков отходов и обрезков материала производить только при выключенном двигателе и полной остановке приводного механизма.

Допускается убирать стружку от металлорежущих станков во время их работы, используя металлические крючки, при этом работающий должен быть в рукавицах.

Гаечные ключи не должны иметь выработки зева и трещин, должны соответствовать размерам гаек и болтов. Сдваивание гаечных ключей или применение рычага для удлинения плеча не допускается.

Зубила и крейцмейсели не должны иметь разбитых бойков, рабочая режущая кромка должна быть правильно заточена без заусенцев и выкрошенности. Молотки и другой ударный инструмент также не должны иметь разбитых бойков.

Работы по снятию и установке тяжелых деталей (сборочных единиц) следует выполнять с применением испытанных грузоподъемных механизмов и приспособлений, соблюдая при этом меры безопасности, указанные в подразд. 2.4.

2.6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С РУЧНЫМ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТОМ

Переносный ручной электроинструмент (дрели, паяльники, пилы, шлифовальные машинки) применять при условии полной его исправности и на напряжение не свыше 36 В.

В виде исключения допускается применение электрифицированного инструмента и на напряжение до 220 В при надежном заземлении корпуса инструмента и работе в резиновых перчатках, диэлектрических галошах или на резиновом коврике.

Электрифицированный инструмент должен иметь шланговый провод и включаться в сеть с помощью штепсельных соединений.

Все токоведущие части электроинструмента должны быть закрыты и недоступны для прикосновения.

При работе с ручным электроинструментом принимать следующие меры предосторожности:

подлежащие обработке детали перед обработкой надежно закрепить;

не допускать попадания на инструмент и провода кислот, щелочей и нефтепродуктов.

Запрещается:

работать электроинструментом на открытом воздухе во время дождя;

прокладывать шланговые токопроводящие провода через проездные пути, ацетиленовые и кислородные шланги, через острые углы металлоконструкций;

допускать крутые изгибы, переломы, петли токопроводящих проводов;

класть включенные электропаяльники на поверхности легковоспламеняющихся предметов;

оставлять включенный электроинструмент без присмотра.

2.7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

Место сварочных работ должно быть ограждено щитами (экранами).

При работе в помещении должен быть обеспечен отвод газов, образующихся при сварочных работах.

Над сварочным участком, находящимся на открытом воздухе, должен быть оборудован навес.

Сварочные работы производить только в защитной спецодежде. Для защиты глаз при газовой сварке пользоваться защитной маской или очками. Электросварщик должен быть снабжен маской или щитком со стеклами-светофильтрами: марки Э-1 — при сварочном токе до 75 А, марки Э-2 — при токе 75—200 А, марки Э-3 — при токе 200—400 А, марки Э-4 — при токе свыше 400 А. Подсобные рабочие, работающие совместно с электросварщиком, должны быть снабжены щитками или масками для электросварщиков или очками шоферского типа со стеклами-светофильтрами марки В2 или В3.

Каждому электросварщику по его виду сварки должна быть выдана на руки рабочая инструкция по безопасности.

Электросварочные установки должны снабжаться инструкциями по их эксплуатации.

Токоведущие части электрооборудования сварочных установок должны быть закрыты. Передвижные электросварочные установки на время передвижения должны отключаться от электросети.

Карбид кальция должен храниться и перевозиться только в герметически закрытых металлических сосудах с надписью «Карбид. Предохранять от воды и сырости». Работу по дроблению карбида выполнять на открытом воздухе и обязательно в предохранительных очках.

Баллоны со сжатым воздухом должны устанавливаться на расстоянии не менее 5 м от сварочной горелки.

Ручное транспортирование баллонов должно производиться на носилках, оборудованных специальными гнездами по размерам баллонов. На вентили должны быть навинчены колпачки.

При аргонодуговой сварке рукоятки газоэлектрических горелок должны быть покрыты теплоизоляционным материалом. В случае появления искрения между корпусом газоэлектрической горелки и деталью сварка должна быть прекращена до устранения неисправности горелки.

Запрещается:

производить сварочные работы на расстоянии ближе чем 15 м от легковоспламеняющихся или огнеопасных предметов и материалов;

хранить в сварочном помещении легковоспламеняющиеся материалы;

производить сварку емкостей (сосудов), находящихся под давлением, и непромытых емкостей из-под легковоспламеняющихся жидкостей;

размельчать карбид на расстоянии менее 10 м от открытого огня и сильно нагретых предметов;

производить сварку деталей, имеющих на поверхности масло и грязь;

работать с неисправными электродержателями и горелками;

производить сварочные работы в дождливую погоду вне помещения без устройства навеса.

2.8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С СОСУДАМИ, НАХОДЯЩИМИСЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Сосуды, работающие под давлением, должны периодически подвергаться техническому освидетельствованию в соответствии с действующими положениями.

Если при освидетельствовании сосуда или в процессе работы окажется, что он находится в аварийном состоянии или имеет серьезные дефекты, вызывающие сомнение в его прочности, то работа с таким сосудом должна быть запрещена.

Запрещается:

производить работу с сосудом, если он забракован по результатам освидетельствования или если истекли сроки освидетельствования;

производить работу с сосудом, если появились признаки течи или пропуска газа, а также выхода жидкости через заклепочные швы в виде мелкой пыли или капель;

производить работу с сосудами при неисправности или при неполном количестве крепежных деталей крышек и люков;

производить работу при неисправностях манометра и невозможности определить давление по другим приборам;

ремонтировать сосуды, находящиеся под давлением.

2.9. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ИНГИБИТИРОВАННОЙ БУМАГОЙ

При проведении работ по консервации и расконсервации вооружения необходимо соблюдать следующие меры безопасности при работе с ингибитированной бумагой:

работы проводятся при работающей приточно-вытяжной вентиляции в фартуках, халатах, комбинезонах и хлопчатобумажных или резиновых перчатках (из тонкой резины);

отходы ингибитированной бумаги, обтирочные материалы, загрязненные ингибитором, убираются в закрываемые ящики для последующего их сжигания.

Запрещается:

допускать к работе лиц, предрасположенных к кожным заболеваниям;

хранить ингибитированную бумагу в открытом виде;

проводить работу с ингибитированной бумагой без перчаток;

применять ингибитированную бумагу для других целей (заворачивание пищевых продуктов, одежды и т. д.);

принимать пищу и курить в помещении, где выполняются работы с ингибитированной бумагой.

2.10. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕДНИЦКИХ И ЖЕСТЯНИЦКИХ РАБОТ

Во избежание ожогов работы по обезжириванию, травлению и пайке следует выполнять в спецодежде (при работах с кислотами руководствоваться мерами безопасности, изложенными в подразд. 2.11).

В процессе работы не допускать попадания на расплавленный припой воды. **Запрещается** производить охлаждение нагретых частей радиаторов, баков и других изделий путем поливания их в отдельных местах струей воды. Если требующую охлаждения часть детали нельзя опустить в резервуар с водой, то охлаждение производить смачиванием этой части мокрой тряпкой или паклей, укрепленной на рукоятке.

Перед работой с паяльной лампой необходимо проверить отсутствие просачивания горючего и воздуха; лампа должна иметь предохранительный колпак.

При работе с паяльной лампой **запрещается:**

наливать горючее в горящую лампу или при сильно нагретом корпусе и горелке;

разбирать горящую лампу;

разжигать лампу путем подачи горючего через горелку;

чрезмерно накачивать лампу;

применять лампу, у которой просачивается газ через резьбу горелки;

снимать горелку до стравливания давления.

2.11. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С ЯДОВИТЫМИ И АГРЕССИВНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

Помещения, в которых проводятся работы с ядовитыми жидкостями, должны хорошо вентилироваться. В них не допускается курение и применение открытого огня.

К работе с ядовитыми жидкостями допускать только личный состав, прошедший специальный инструктаж, а к работе, связанной с этилированным бензином,— и медицинский осмотр.

Работать с ядовитыми жидкостями в специальной защитной одежде: с кислотой — в очках, резиновых фартуках, сапогах и

перчатках; с этилированным бензином — в резиновых фартуках и перчатках.

Серная кислота, предназначенная для приготовления электролита, должна находиться в плотно закупоренных стеклянных бутылях в обрешетке или в плетеных корзинах, снабженных ручками для подъема.

При контакте с горючими материалами серная кислота может вызывать их воспламенение. При пожаре образуются опасные пары. Тушить песком, золой, но не водой. Серная кислота должна храниться в отдельном помещении, изолированно от металлических порошков, карбидов, солей азотной, пикриновой кислот и горючих материалов.

При составлении электролита или других растворов следует лить кислоту в воду, а не наоборот, так как в результате местного нагрева кислоты (до кипения) вокруг струи воды происходит бурное разбрызгивание кислоты на большие расстояния, что опасно для работающих.

На месте работы с кислотой необходимо иметь раствор питьевой соды для удаления и нейтрализации кислоты, попавшей на тело или одежду, а на месте работы со щелочью — раствор борной кислоты для аналогичной цели.

Все работы с агрегатами, связанные с использованием агрессивных жидкостей, должны выполняться не менее чем двумя лицами, чтобы оказать друг другу помощь при несчастном случае.

Чистка и другие работы внутри емкостей для компонентов топлива могут производиться только после тщательной промывки и проветривания. Работу разрешается производить только в шланговых противогазах.

Ядовитые жидкости должны храниться в специальном помещении. Сосуды с ядовитыми жидкостями должны иметь четкие и яркие этикетки с надписью «Яд» и названием жидкости.

Нельзя допускать хранение в непосредственной близости веществ, могущих вступить в химические соединения, сопровождающиеся воспламенением, взрывом, образованием взрывоопасных смесей.

С огнеопасными жидкостями следует работать вдали от огня и включенных нагревательных приборов. При работе с ядовитыми жидкостями необходимо иметь всегда наготове противогаз, очки, перчатки и пользоваться ими во всех необходимых случаях.

Жидкие ядовитые вещества отбирают только с помощью сифона или специальной пипетки с резиновой грушей. Недопустимо набирать ядовитые жидкости в пипетку ртом.

Прежде чем вылить ядовитое вещество, его необходимо обезвредить. Хранить и принимать пищу в помещении, где работают с ядовитыми жидкостями, не допускается.

2.12. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С АККУМУЛЯТОРАМИ

Зарядку кислотных и щелочных аккумуляторов необходимо производить в отдельных помещениях (местах).

Все работы с кислотами и щелочами производить с соблюдением мер безопасности, указанных в подразд. 2.11.

Для кислотных аккумуляторов готовить электролит только в стеклянных, свинцовых или эбонитовых сосудах, а для щелочных — в стеклянных, свинцовых или железных сосудах. Для приготовления электролита из твердых щелочей необходимо завернуть щелочь в чистую хлопчатобумажную ткань и размельчить ее молотком; размельченные куски засыпать небольшими порциями в сосуд с водой.

Заливку аккумуляторов электролитом производить через резиновый шланг, причем бак с электролитом должен находиться выше заливаемых аккумуляторов.

2.13. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С ЭПОКСИДНЫМИ СМОЛАМИ

При работе с эпоксидными смолами и их отвердителями требуется высокая аккуратность и строгое соблюдение мер безопасности.

Все работающие с эпоксидными смолами должны быть обеспечены спецодеждой, полиэтиленовыми перчатками на бязевой подкладке или кожаными полуперчатками. Рекомендуется также применять для защиты кожи рук специальные защитные пасты (ХИОТ-6, ИЭД-1, «невидимые перчатки» и др.).

При попадании эпоксидного состава или отвердителя на кожу рук немедленно удалить его тампоном, промыть кожу теплой водой с мылом.

В случае значительного загрязнения рук эпоксидной смолой для их очистки разрешается использовать этилцеллозольв или минимальное количество ацетона.

Работы с эпоксидными смолами должны производиться на рабочих местах, оборудованных вытяжной вентиляцией.

Запрещается:

наносить эпоксидный состав незащищенной рукой;

использовать бензол, толуол и другие токсические растворители для очистки кожи рук от эпоксидных смол.

2.14. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ С ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Помещения, в которых проводятся работы с лакокрасочными материалами, должны быть оборудованы надежной вентиляцией, огнетушителями, ящиками с песком, кошмой, железными ящиками с плотно закрывающимися крышками для хранения

загрязненных растворителями и лакокрасочными материалами концов и ветоши.

Проходы и выходы в помещениях должны быть свободными.

Лакокрасочные материалы должны храниться в отдельных изолированных помещениях или на отдельных огороженных площадках. При работе с лакокрасочными материалами следует применять респираторы или марлевые повязки. При перемешивании лакокрасочных материалов оберегать глаза от попадания в них лакокрасочных материалов, в случае попадания немедленно обратиться за медицинской помощью.

Категорически запрещается в окрасочных помещениях и местах хранения лакокрасочных материалов курение, пользование паяльными лампами и всеми видами горелок с открытым огнем.

Запрещается применение ручных переносных ламп в помещениях, где производится распыление нитроцеллюлозных и перхлорвиниловых эмалей. В окрасочных помещениях **запрещается** производить ремонтные работы по металлу, а также применять стальной инструмент (лопаты, скребки и т. п.), при ударах и трении которого может образоваться искра.

Запрещается использованную тару (бочки, банки и т. п.) освещать внутри спичками или другими источниками огня. Ветошь и концы, загрязненные лакокрасочными материалами, ежедневно по окончании работ выносить и сжигать в специально отведенном месте.

3. УКАЗАНИЯ ПО ДЕФЕКТАЦИИ

3.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Среднему ремонту образца вооружения должна предшествовать дефектация *, позволяющая установить техническое состояние образца, выявить имеющиеся неисправности, определить потребность в запасных частях и материалах для ремонта, а также определить объем работ, которые необходимо произвести при ремонте образца.

Текущему ремонту образца вооружения предшествует поиск неисправностей.

Дефектацию (поиск неисправностей) производить согласно указаниям настоящего Общего руководства и частных руководств.

Рекомендуется следующий порядок дефектации (поиска неисправностей) образца вооружения:

подготовка образца к дефектации;

дефектация образца в собранном виде, в процессе которой производится внешний осмотр и контроль технического состояния образца и составных частей, согласно перечню проверок технического состояния, помещенному в эксплуатационной документации (частном руководстве). Если в эксплуатационной документации такой перечень отсутствует, то проверку технического состояния составных частей образца производить в объеме проверок технического обслуживания № 2.

При контроле электромеханических (радиотехнических) изделий вначале проверить работу механизмов без включения напряжения питания, после чего измерить величину сопротивления изоляции электрических цепей согласно указаниям частных руководств, а затем проверить функционирование образца с включением напряжения питания;

дефектация образца в разобранном виде, в процессе которой производится проверка технического состояния составных частей в собранном (если проверка не производилась на соб-

---

* Ремонту может предшествовать техническое диагностирование, если оно предусмотрено документацией и имеются технические средства для его проведения.

ранном образце) и в разобранном виде согласно указаниям частных руководств.

Необходимость дефектации составных частей в собранном (после разборки образца) и в разобранном виде определяется по результатам контроля технического состояния изделия в собранном виде или требованиями частных руководств.

При дефектации образцов вооружения должны применяться встроенные системы контроля, испытательная и проверочная аппаратура, измерительные приборы и инструмент, предусмотренные настоящим Общим и частным руководствами.

3.2. ДЕФЕКТАЦИЯ В СОБРАННОМ ВИДЕ

3.2.1. Порядок подготовки образца вооружения к дефектации

При подготовке образца вооружения к дефектации (поиску неисправностей) необходимо:

установить изделие на ровной площадке (уклон площадки не должен превышать 3°), если в частном руководстве нет других указаний;

расчехлить изделие;

проверить на безопасность (разряженность);

провести при необходимости дегазацию, дезактивацию и дезинфекцию;

очистить от грязи, смазки и вытереть насухо все наружные поверхности;

если изделие законсервировано, расконсервировать его согласно указаниям инструкции по эксплуатации (руководству службы) образца;

прицельные приспособления (где они имеются) протереть снаружи чистой ветошью, слегка смоченной уайт-спиритом или бензином, затем насухо;

проверить наличие клейм и пломб, свидетельствующих о проверке сосудов, работающих под давлением (на которые распространяются правила Госгортехнадзора, объявленные для руководства действующими приказами), и измерительных приборов.

Если истек срок до очередной поверки, то перед проверкой на функционирование образца необходимо произвести освидетельствование сосудов и поверку приборов;

проверить надежность крепления на образце пневматических и гидравлических устройств;

проверить наполнение гидравлических и пневматических систем (устройств) эксплуатационными жидкостями и воздухом (газом); при необходимости дозаправить жидкостями и довести давление до нормы;

проверить напряжение электрических источников питания образца; величина напряжения должна находиться в пределах, указанных в инструкции по эксплуатации образца;

при необходимости дозаправить топливные баки образца топливом;

из емкостей, относящихся к заправочному оборудованию, слить рабочие жидкости (если они есть), а после слива агрессивной жидкости произвести дополнительную обработку емкостей и полостей, соприкасающихся при эксплуатации с агрессивной жидкостью, согласно указаниям инструкции по эксплуатации образца. При выполнении этих работ соблюдать меры безопасности, изложенные в инструкции по эксплуатации и настоящем Общем руководстве (подразд. 2.11);

перевести образец из походного положения в рабочее согласно указаниям инструкции по эксплуатации; составные части, которые в походном положении размещены отдельно, переводить в рабочее положение, если на то есть указание в частном руководстве;

провести другие операции согласно указаниям эксплуатационной документации (частного руководства по ремонту) для обеспечения возможности проверки технического состояния изделия и отыскания неисправностей.

В холодное время года подготовку изделия к дефектации, где это возможно, целесообразно производить после 3—5 ч пребывания образца в помещении.

3.2.2. Внешний осмотр и проверка функционирования без включения напряжений питания

Осмотру подлежат все доступные для осмотра составные части образца вооружения.

Для удобства осмотра открыть имеющиеся дверцы, крышки, снять легкосъемные кожуха, выдвинуть блоки из шкафов (стоек) образца.

При внешнем осмотре образца и его составных частей необходимо проверить:

нет ли повреждений лакокрасочных, химических и гальванических покрытий, ржавчины, повреждений надписей на деталях, повреждений деталей и электрических элементов (предохранителей, резисторов, ламп и т. п.), кабелей и электрического монтажа;

нет ли течи эксплуатационных жидкостей, смазки, топлива, а также утечки воздуха (газа) через фланцевые, ниппельные, сварные и другие соединения и разъемы корпусов;

крепление крепежными деталями механизмов, блоков, пультов и других составных частей образца;

надежность работы стопорных устройств, замков, защелок, фиксаторов;

четкость фиксации каждого положения ручек, переключателей, выключателей и кнопок.

Если в процессе внешнего осмотра выявлены недостающие и неисправные детали и электрические элементы (предохранители, электровакуумные приборы, сигнальные лампы и т. п.), то необходимо установить новые (или отремонтированные) детали и элементы. Повреждения паяных соединений электрического монтажа восстановить.

После внешнего осмотра проверить функционирование механизмов, а также гидравлических и пневматических систем, не требующих включения напряжения питания.

Если из-за отдельных небольших неисправностей или из-за загрязнений какой-либо составной части проверку функционирования невозможно продолжать, то необходимо по возможности устранить эти неисправности и очистить загрязненную часть, с тем чтобы произвести проверку функционирования в возможно большем объеме.

3.2.3. Проверка сопротивления изоляции электрических цепей

Проверка сопротивления производится квалифицированными специалистами с соблюдением правил техники электробезопасности при эксплуатации военных электроустановок.

Измерение сопротивления изоляции производится при полном снятии напряжения с аппаратуры и с выполнением мер безопасности, исключающих случайную подачу напряжения к месту работы.

У электроагрегатов, имеющих устройства для постоянного контроля изоляции (ПКИ), перед замером сопротивления изоляции отсоединяется провод, соединяющий устройство с корпусом электроагрегата.

Сопротивление изоляции электрических цепей собранного изделия (или его составных частей) проверять:

между электрически несоединенными цепями;

между электрическими цепями, разъединяющимися в процессе работы изделия;

между электрическими цепями и металлическими нетоковедущими частями (корпусом).

Электрические цепи, изоляция которых должна подвергаться проверке, а также точки приложения измерительного напряжения и допустимая величина сопротивления изоляции приводятся в частном руководстве.

Сопротивление изоляции измерять на постоянном токе приборами с погрешностью не более $\pm 20\%$.

Если нет других указаний в частном руководстве, то величина напряжения при измерении сопротивления изоляции выбирается в зависимости от максимального рабочего напряжения цепи по табл. 1.

Таблица 1

Максимальное рабочее напряжение проверяемой цепи, В (ампл.)	Напряжение постоянного тока при измерении, В
До 100	100—200
Свыше 100 до 500	250—500
Свыше 500	800—1000

Провода, служащие для подключения мегаомметра, должны иметь исправную изоляцию и оконцованы надежными наконечниками. Сечение медных проводов должно быть не менее 1,5 мм^2.

При проверке сопротивления изоляции электронные цепи, содержащие полупроводниковые приборы и микросхемы, следует отключить.

При норме сопротивления изоляции до 1000 МОм применяются приборы с измерительным напряжением до 30 В, при норме свыше 1000 МОм — с напряжением 30—500 В, но не более величины рабочего напряжения аппаратуры.

Показания прибора отсчитывают через 1 мин после подачи на аппаратуру измерительного напряжения или через меньшее время, если прибор показывает, что сопротивление изоляции остается неизменным.

Аппаратура считается выдержавшей испытания, если измеренные значения сопротивления изоляции равны или превышают нормы, установленные эксплуатационной документацией.

Если значение сопротивления изоляции в эксплуатационной документации не указано, оно может быть определено в зависимости от рабочего напряжения проверяемой аппаратуры.

3.2.4. Порядок проверки функционирования с включением напряжений питания

Перед проведением проверки функционирования должны быть устранены неисправности, обнаруженные при проведении внешнего осмотра, функционирования без включения напряжений питания, проверки сопротивления изоляции электрических цепей, которые препятствуют включению изделия.

Проверку функционирования с включением напряжений питания производить в последовательности и объеме, указанных в частном руководстве.

В результате проверки функционирования по фактическому значению количественных и качественных характеристик (рабочих параметров) образца вооружения определяются сборочные

единицы (блоки, механизмы и т. п.), которые не обеспечивают исправность или работоспособность образца в целом.

В случае если техническое состояние образца вооружения не позволяет произвести проверку функционирования, то в целях определения неисправных (дефектных) сборочных единиц должна производиться тестовая проверка, при которой на образец подаются тестовые воздействия, создаваемые универсальными или специальными средствами.

В качестве специальных средств используются приборы, оборудование, инструмент и приспособления специальных средств технического обслуживания и ремонта; в качестве универсальных — приборы, оборудование, инструмент и приспособления подвижных мастерских.

При проверке рекомендуется такая последовательность:

поиск по внешним признакам неисправностей системы образца;

поиск неисправного узла (блока) образца по внешним признакам и с использованием контрольных проверок;

поиск в неисправном узле (блоке) неисправного каскада (механизма) и определение вышедшего из строя элемента;

поиск других неисправностей, вызванных первичной неисправностью.

Для сложных образцов вооружения применяются следующие методы дефектации (поиска неисправностей).

Метод проб и ошибок, заключающийся в том, что последовательно проверяется исправность каждого элемента образца для обнаружения всех неисправных и замены их годными. После замены каждого неисправного элемента производится общая проверка образца вооружения на функционирование.

Метод средней точки, предусматривающий такую последовательность поиска, при которой каждая последующая проверка производится в средней точке оставшегося участка схемы.

Метод последовательного приближения, при котором с помощью специальных приемов (способов) из неисправного образца постепенно выделяются неисправные узлы (участки), что в конечном счете позволяет ограничить поиск неисправности достаточно узкими рамками.

Неисправные составные части образца вооружения (блоки, механизмы и сборочные единицы) выявляются при дефектации следующими способами (приемами).

Внешний осмотр — первичный способ поиска неисправностей, позволяющий по внешним признакам выявлять неисправности, включает осмотр последовательно каждой составной части образца (блока, механизма и т. п.).

Способ замены, заключающийся в изъятии подозреваемого в отказе элемента (узла, блока) из образца и замене его исправным.

Способ вводимой неисправности, состоящий в том, что в процессе поиска в схему вводят ту или иную неисправность и, наблюдая за проверяемым изделием, делают заключение о характере неисправности.

Способ промежуточных измерений, заключающийся в снятии осциллограмм и измерении напряжений и сопротивлений, позволяющих оценить исправность изделия (блока) по известным параметрам на входе, выходе и в характерных точках схемы.

Конкретные способы поиска неисправностей приводятся в эксплуатационной документации и частных руководствах по ремонту образцов.

В сложных образцах при отыскании неисправных блоков, механизмов и сборочных единиц используются также операционно-логические и текст-трактовые схемы, которые представляют собой графическое изображение логически связанных действий обслуживающего персонала при отыскании неисправностей аппаратуры вооружения. Они дают полную информацию о возможных причинах отказов систем и значительно сокращают время на их поиск.

Применение тест-трактовых схем позволяет вести поиск неисправностей, не обращаясь к функциональным и принципиальным схемам аппаратуры образца.

При выявлении в результате проверки технического состояния образца несоответствия контролируемого параметра требованиям частных руководств необходимо в первую очередь попытаться восстановить величину этого параметра органами управления и настройки. Если это не удается, то проводится поиск неисправного узла, элемента в соответствии с указаниями частных руководств.

При проверке рабочих параметров (характеристик) и отыскании неисправностей используются специализированное оборудование специальных средств обслуживания и ремонта (типа КРАС, КИС, КИПС, КПМ и т. п.) и оборудование общего назначения подвижных мастерских в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

3.3. ДЕФЕКТАЦИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ, СНЯТЫХ С ОБРАЗЦА ВООРУЖЕНИЯ

3.3.1. Общие указания

После дефектации образца вооружения в собранном виде демонтажу с него подлежат составные части:

которые признаны неисправными и ремонт которых невозможен на собранном образце или подлежащие дефектации в разобранном виде согласно указаниям частного руководства;

техническое состояние которых невозможно определить на собранном образце или согласно указаниям частного руководства целесообразно определять после демонтажа с изделия;

подлежащие доработке в соответствии с бюллетенями.

Во всех случаях объем разборки изделия должен быть минимальным, обеспечивающим отыскание и устранение неисправности (неисправностей).

Демонтаж составных частей и их разборку производить в последовательности и с соблюдением требований, указанных в настоящем Общем и частном руководствах.

Неразъемные соединения, а также соединения, имеющие неподвижные посадки (прессовую, глухую и др.), без надобности не разбирать.

При дефектации составных частей образца используются оборудование, приборы, инструмент и приспособления специальных средств технического обслуживания и ремонта (типа КРАС, КИС, МРТО и т. п.), а также подвижных мастерских в соответствии с указаниями эксплуатационной документации и частных руководств по ремонту.

3.3.2. Дефектация составных частей образца вооружения в собранном виде

При дефектации отдельной составной части образца (механизма, блока, пульта) рекомендуется следующий порядок:

внешний осмотр;

проверка электровакуумных и ионных приборов на испытателе ламп;

измерение сопротивления изоляции;

проверка функционирования элементов (переключателей, кнопок и др.) и механизмов, проверка параметров (мертвый ход, зазоры, усилие на маховике или штурвале и т. п.) составной части без включения напряжения питания;

проверка параметров составной части с включением напряжений питания;

частичная разборка составной части для смазки деталей и элементов и сборка.

Для определения причин неисправности, вызывающих отклонение параметров от нормальных, пользоваться таблицами (картами) напряжений и сопротивлений.

Если напряжение или сопротивление в контрольных точках цепи не соответствует значениям таблиц (карт), то проверить элементы электрической цепи (резисторы, конденсаторы и др.).

Каскады, цепи и элементы, подлежащие проверке в первую очередь, указываются в частном руководстве.

Для отыскания неисправности в электрических цепях рекомендуется пользоваться методами, приведенными в приложении 3, если в эксплуатационной документации или в частном руководстве не приведены другие методы.

3.3.3. Дефектация составных частей в разобранном виде

Перед дефектацией все детали разобранных составных частей должны быть очищены от грязи, смазки и ржавчины.

Промывку крупногабаритных деталей производить уайт-спиритом, применяя при этом обтирочный материал, кисти, щетки.

Малогабаритные детали промывать в ваннах с уайт-спиритом или содовым раствором (приложение 4, раздел «Обезжиривание»).

Промывку деталей, соприкасающихся при эксплуатации с агрессивной жидкостью, производить согласно указаниям частного руководства.

Промывку подшипников качения производить в соответствии с указаниями подразд. 7.9.

Ржавчину с деталей удалять способами, указанными в подразд. 6.3 и приложении 4.

Промытые и очищенные от ржавчины детали, не подлежащие ремонту, просушить и смазать согласно указаниям приложения 4.

При дефектации составных частей в разобранном виде необходимо:

проверить, нет ли трещин (приложение 5), изгиба, излома, срыва резьбы, забоин, ржавчины, нарушений сварных швов, наминов и других повреждений деталей; нет ли осадки (или растяжения) пружин, вызывающих нарушение работы механизма;

проверить, нет ли ослабления посадки или шаткости запрессованных втулок, осей, штифтов, шаткости в шпоночных и шлицевых соединениях;

определить путем обмера деталей их износ, зазоры в сопряжениях в соответствии с указаниями частного руководства;

составить перечень недостающих деталей и деталей, подлежащих замене;

назначить способы ремонта.

При дефектации, если нет особых указаний в настоящем Общем и частном руководствах, дефектами следует считать:

намины на неподвижных осях, валиках, чеках, пальцах, шпильках, кулачках, если они образуют ступеньки в местах перехода из одного отверстия в другое, вызывающие неправильную работу механизма;

намины и износ клапанов и конусов, при которых пропускается запираемая жидкость или газ;

намины на стопорах, ограничителях, фиксаторах и в гнездах для них, если они нарушают нормальное сопряжение (появление ступенек, перекосов и т. п.);

износ крючков и удерживающих зубцов, если вследствие этого они недостаточно удерживают соответствующие детали;

намины на катках, роликах, поверхностях скольжения, сфе-

рических опорах и т. п., если они вызывают заедание или непроворачивание деталей;

намины на конусе, вызывающие шаткость конуса в гнезде.

В последующих разделах настоящего Общего руководства при изложении способов ремонта типовых деталей, механизмов, электро- и радиоэлементов приведены дополнительные указания по дефектации.

4. УКАЗАНИЯ ПО РАЗБОРКЕ И СБОРКЕ

4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗБОРКЕ И СБОРКЕ

Разборку изделий вооружения и их составных частей (механизмов, блоков и вспомогательных устройств) производить в объеме, необходимом для выявления и устранения неисправностей, при этом разборка должна быть минимальной, так как излишняя разборка механических узлов и распайка электрического монтажа ухудшают качество деталей и могут привести к их повреждению. В необходимых случаях ограничения в объеме разборки указаны в частных руководствах.

Допускается снимать отдельные детали, отсоединять и отпаивать провода для отыскания и замены неисправных элементов и деталей, негодных участков монтажа или для проверки сопротивления изоляции отдельных участков цепи.

Разборку и сборку составных частей изделий вооружения производить в последовательности, указанной в частных руководствах по ремонту, руководствах службы, инструкциях по эксплуатации.

При работе в зоне действия сильных магнитов пользоваться инструментом из немагнитного металла. Перед разборкой необходимо убедиться в отсутствии давления в гидро- и пневмосистемах, а также в отсутствии электрического напряжения на изделии, затем очистить от грязи и старой смазки все наружные поверхности изделий.

Для предупреждения неправильной сборки на сопрягаемых деталях механизмов (зубчатых, винтовых, червячных и т. п. передачах) рекомендуется наносить метки краской, керном или неглубокие риски, с тем чтобы при последующей сборке установить детали так же, как они сопрягались до разборки.

В нормально работающих механизмах, имеющих регулируемые соединения, определить величины, характеризующие взаимное расположение деталей (толщину и количество прокладок, регулируемые зазоры, а также положение шкал, рупоров

антенн и др.), с тем чтобы при последующей сборке облегчить регулировку механизмов.

В случае одновременного ремонта нескольких одинаковых механизмов наносить на корпусах цифровые клейма.

Чтобы предохранить от случайного повреждения детали, узлы, блоки и шасси, нужно положить на рабочее место подстилку из мягкой ткани, войлока или резины.

Для отделения сопрягаемых деталей пользоваться прокладками из мягкого металла, по которым наносить удары молотком, применять выколотки из латуни или меди и специальные молотки с бойками из мягких металлов, фибры, текстолита и т. п. Стальные выколотки применять для выбивания штифтов и стрягивания с места осей и валов, имеющих тугую посадку.

Шпонки, втулки, валики и другие детали, имеющие неподвижную посадку, отделять только в том случае, если это необходимо для отделения других деталей и сборок или для ремонта.

Снятые с изделия детали очистить от грязи и ржавчины и промыть уайт-спиритом или бензином. Мелкие и средние детали промывать в ваннах, а крупные — с помощью обтирочного материала, кистей и щеток. Подшипники качения промывать в соответствии с указаниями в подразд. 7.9.

Перед сборкой обезжирить поверхности деталей, протерев их чистой ветошью, смоченной уайт-спиритом, вытереть насухо и смазать, руководствуясь указаниями частного руководства. Наносить смазку голыми руками **запрещается.**

После ремонта и сборки все детали должны быть укреплены прочно и без перекосов. Качание и перемещение неподвижных деталей не допускаются.

Указания по стопорению шпатлевкой (краской) резьбовых соединений (где это предусмотрено частным руководством) даны в приложении 20. Указания по монтажу электро- и радиоэлементов изложены в разд. 12.

Карданные валики между сборками и деталями должны свободно перемещаться вдоль прорезей карданных вилок или шлицев от одного крайнего положения до другого.

Детали и узлы, передающие движение, и перемещающиеся детали (каретки, втулки, ходовые гайки, поводки, каретки с коноидами и т. п.) должны перемещаться плавно, без заеданий. Шум от равномерного движения деталей кинематической цепи механизма должен быть монотонным.

После сборки узла или механизма проверить величины мертвого хода и статического момента, а в счетно-решающих механизмах, кроме того, проверить точность решения задач в соответствии с требованиями частного руководства. Дополнительные указания по сборке типовых механизмов и устройств приведены в разд. 8—10.

4.2. РАЗБОРКА И СБОРКА МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

4.2.1. Разборка резьбовых соединений

Перед разборкой резьбовых соединений необходимо выявить все соединения, имеющие левую резьбу, которая обычно помечается в виде следующих меток:

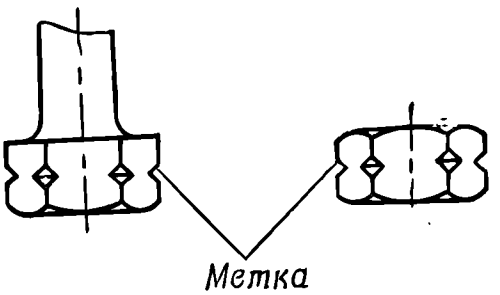


Рис. 1. Метки на гайках и головках болтов с левой резьбой

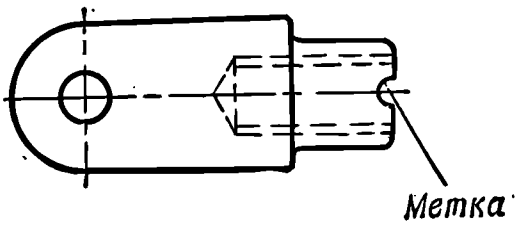


Рис. 2. Метки на гайках, не имеющих граней, и деталях с внутренней левой резьбой

круговой прорези по углам граней гаек или головок болтов (рис. 1);

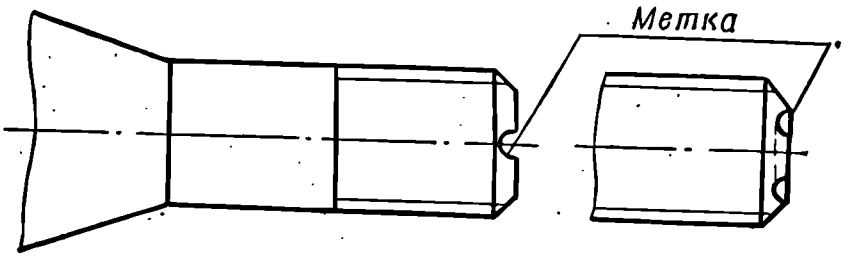


Рис. 3. Метки на болтах, не имеющих граней, и деталях с наружной резьбой

диаметральной прорези на торцах гаек, не имеющих граней, и на деталях с внутренней резьбой (рис. 2);

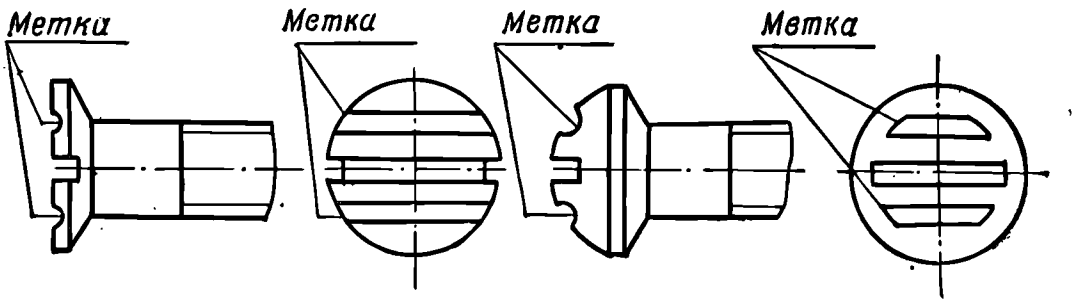


Рис. 4. Метки на винтах с левой резьбой

кольцевой канавки или диаметральной прорези на одном из торцов болтов, не имеющих граней, а также других деталей с наружной резьбой (рис. 3);

прорезей, параллельных пазу для отвертки (рис. 4), на винтах для металла;

диаметральной прорези на винтах для металла с шестигранным или иным углублением для ключа в головке (рис. 5).

Детали с левой резьбой, для которых нельзя применить указанные способы нанесения меток, клеймятся буквой Л.

Если резьба имеет глубокое кернение, предохраняющее деталь от отвинчивания, то засверлить деталь по месту кернов сверлом 1,5—2 мм на глубину заточки сверла.

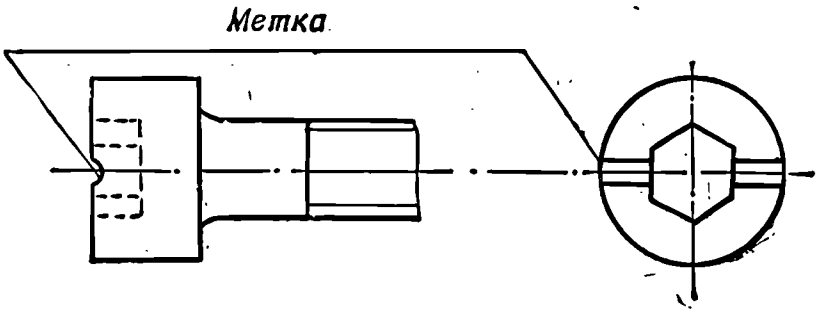


Рис. 5. Метки на винтах с левой резьбой и углублением под ключ

Во избежание срыва резьбы или скручивания деталей не применять чрезмерно больших усилий при вывинчивании винтов, болтов или свинчивании гаек.

Для облегчения отвинчивания покрытых ржавчиной болтов, винтов, гаек и других деталей с резьбой наложить на резьбовые соединения ветошь, обильно смоченную керосином, или, если позволяют размеры деталей, погрузить их в ванну с керосином и выдержать 1—2 ч. После этого, слегка обстукивая резьбовое соединение молотком, осторожно разъединить детали, вращая при заедании отвинчиваемую деталь сначала в одну, а затем в другую сторону.

Если и после этого невозможно разъединить детали, то рекомендуется нагреть охватывающую деталь паяльной лампой примерно до 200°С и вновь попытаться отвинтить. Нагревать необходимо быстро, защищая при этом охватываемую деталь от нагрева. В случае нагрева деталей в механизмах, наполненных жидкостью, предварительно полностью удалить из них жидкость, а если жидкость горючая, то дополнительно вытереть детали насухо.

При срыве головки винта (болта) прорезать шлиц в винте и вывинтить винт. Если нельзя прорезать шлиц, то просверлить в центре винта отверстие меньшего диаметра, чем внутренний диаметр резьбы винта или болта, забить в отверстие стальной закаленный трехгранный конический стержень так, чтобы его грани врезались в тело винта. Вращая стержень, вывинтить винт. Если и таким способом вывинтить винт не удается, то высверлить остаток винта полностью и при повреждении резьбы перенарезать ее.

4.2.2. Демонтаж и монтаж шариковых и роликовых подшипников

При демонтаже шариковых и роликовых подшипников нагревать их **запрещается.**

Выпрессовку шарико- и роликоподшипников из гнезд корпусов, а также снятие их с валов производить, как правило, с помощью съемников, как показано на рис. 6.

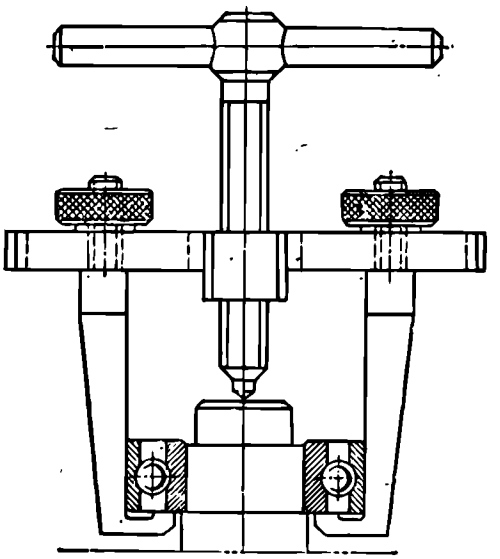


Рис. 6. Способ снятия шарикоподшипника с вала с помощью съемника

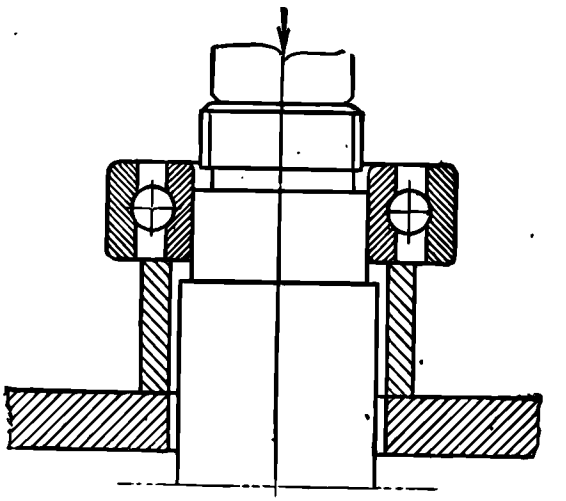


Рис. 7. Способ снятия шарикоподшипника с вала с помощью молотка и выколотки из мягкого металла

В отдельных случаях выпрессовку подшипников из гнезд или снятие подшипников с валов разрешается производить с помощью молотка и выколотки из мягкого металла (рис. 7).

При выпрессовке подшипников не допускать смятия и деформации их посадочных мест в корпусах и на валах или повреждения самих подшипников. При снятии подшипников с валов захваты съемника или выколотку устанавливать на внутреннем кольце подшипника, а при выпрессовке из гнезд корпусов — на наружном кольце.

При выпрессовке подшипников из гнезд или при снятии их с валов с помощью молотка и выколотки во избежание перекоса подшипников, деформации посадочных мест и колец подшипников наносить легкие удары молотком по выколотке, перемещая ее после каждого удара по периметру кольца.

Указания по ремонту подшипников приведены в подразд. 7.9.

4.2.3. Сборка резьбовых соединений

Качество сборки резьбовых соединений зависит от правильности затяжки болтов и гаек, обеспечения необходимых посадок, отсутствия перекосов и искривлений болтов и шпилек, на-

дежности стопорных устройств. При завинчивании первых трех-четырех ниток допускается незначительное усилие. При заедании на этом участке детали разъединить, осмотреть, завинчивание начать вновь только после устранения дефектов резьбы. Гайки следует затягивать постепенно, сначала наполовину затяжки, а затем окончательно. При групповом креплении необходимо соблюдать определенную последовательность затягива-

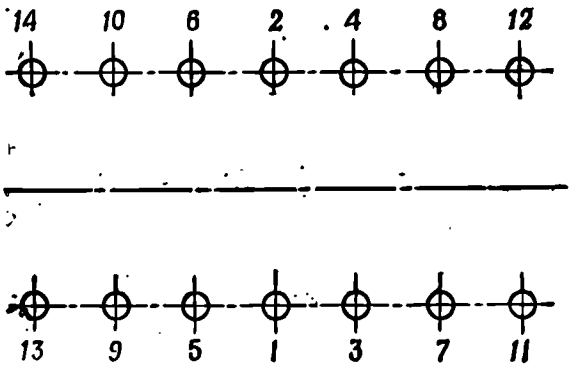


Рис. 8. Последовательность затягивания гаек при монтаже удлиненных деталей

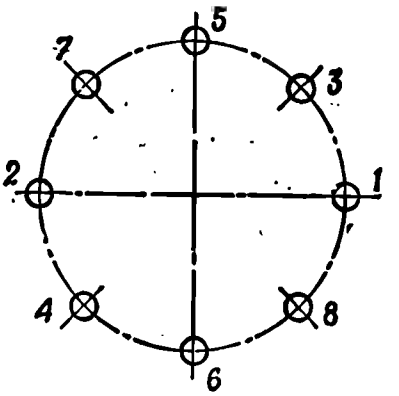


Рис. 9. Последовательность затягивания гаек при монтаже круглых деталей

ния гаек. Так, например, при монтаже удлиненных деталей следует сначала затягивать среднюю пару гаек, за ней пару соседних справа и т. д., постепенно приближаясь к концам детали (рис. 8). При расположении гаек по окружности следует затягивать их в последовательности, указанной на рис. 9.

Окончательно завинчивать детали штатным ключом или отверткой без применения удлинителей и ударов. В ответственных резьбовых соединениях величина момента затяжки достигается с помощью предельных (тарированных) ключей, о чем даются указания в частных руководствах.

При завинчивании шпильки необходимо обеспечить плотную ее посадку в тело детали и строгую перпендикулярность к той поверхности, в которую она завинчивается. Завинчивание шпильки осуществлять следующими способами:

с помощью двух гаек;

с помощью глухой гайки с воротком;

с помощью удлиненной гайки с болтом (рис. 10).

После сборки предохранять детали от самоотвинчивания способами, указанными в частном руководстве.

В собранных резьбовых соединениях концы болтов должны выходить из гаек на высоту не менее первого заходного витка; величина максимального выступания болтов из гаек, расположенных в местах работы расчета, не должна быть более половины диаметра болта; в остальных местах — такой, чтобы не

мешать работе механизмов и не ухудшать внешнего вида изделия.

Для обеспечения нормального скрепления допускается ставить болты, винты, шпильки, штифты и т. п. длиннее заменяемых, если детали утолщены при конструктивных изменениях или усиливаются при ремонте.

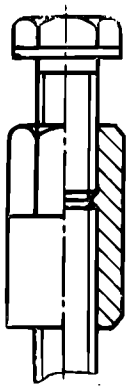


Рис. 10. Приспособление для завинчивания шпилек

При несовпадении отверстий для шплинтов в болтах с прорезями в корончатых гайках допускается:

установка под гайку утолщенной шайбы или подрезка торца гайки не более чем на один виток резьбы, если это не нарушает прочности соединения и не препятствует взаимодействию деталей;

сверление второго отверстия в болтах, при этом пересечение просверленного отверстия со старым не допускается; расстояние от центра отверстия до края болта должно быть не менее 1,5 диаметра просверленного отверстия.

4.2.4. Сборка шпоночных соединений

Перед сборкой шпоночных соединений проверить поверхности собираемых деталей и устранить забоины, заусенцы, задиры и другие дефекты. При тугих соединениях в случае необходимости нагревать охватывающую деталь. Сборку соединения контролировать путем покачивания детали на валу, перемещая ее вдоль вала.

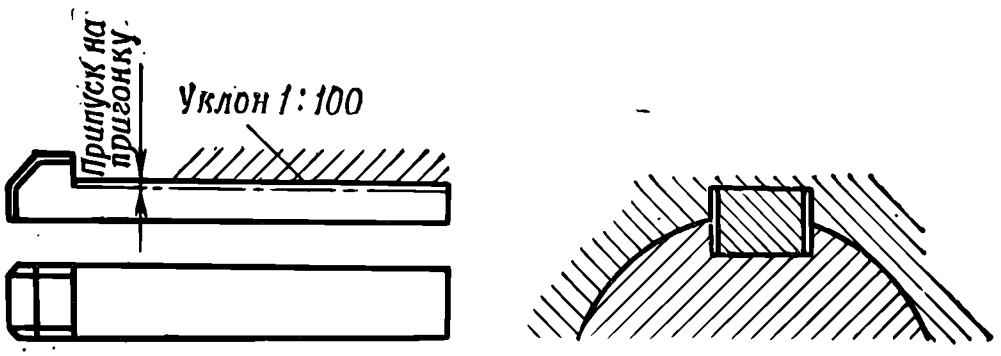


Рис. 11. Клиновая шпонка

При сборке соединений с помощью клиновой шпонки (рис. 11) необходимо следить за тем, чтобы она плотно прилегала ко дну паза вала и втулки, а по боковым своим стенкам имела зазоры. Уклоны на рабочей поверхности шпонки и в пазе втулки должны совпадать, иначе деталь будет установлена на валу с перекосом.

Посадка призматической шпонки (рис. 12) в паз вала производится легкими ударами медного молотка, под прессом или с помощью струбцин.

При посадке на вал сопряженной детали необходимо следить, чтобы последняя не сидела на шпонке, а центрировалась исключительно на цилиндрической или конусной поверхности вала, при этом между верхней плоскостью шпонки и дном паза втулки должен быть зазор не менее 0,1 мм.

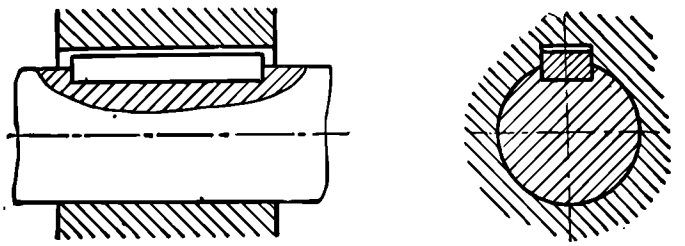


Рис. 12. Призматическая шпонка

4.3. ШТИФТОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРИ СБОРКЕ

При сборке встречаются следующие виды штифтования деталей:

с использованием существующих отверстий под штифт без какой-либо дополнительной обработки;

с использованием существующих отверстий под штифт с дополнительным их развертыванием или рассверливанием;

со сверлением и развертыванием новых отверстий под штифт.

Штифтование с использованием существующих отверстий под штифт без дополнительной обработки производить, если в процессе ремонта и сборки штифтуемые детали не заменялись и их взаимное расположение осталось прежним.

Если после произведенного в процессе ремонта взаимного перемещения штифтуемых деталей несовпадение штифтовых отверстий не превышает $^1/_4$ диаметра отверстия, то развернуть (а для больших диаметров штифтов предварительно рассверлить) отверстие до ближайшего большего размера под штифт и установить новый штифт увеличенного диаметра. Развертывание существующих отверстий до ближайшего размера производить также, когда ослаблена посадка штифта или штифт был срезан. При несовпадении штифтовых отверстий более $^1/_4$ диаметра, а также при штифтовании замененных деталей просверлить и развернуть новые отверстия.

4.3.1. Сверление и развертывание отверстий под штифты

Отверстия под штифты в корпусах или валиках сверлить через отверстия в закрепляемых деталях, если такие отверстия имеются. В том случае, когда диаметр штифта неизвестен,

руководствоваться данными табл. 2 для конических и табл. 3 для цилиндрических штифтов. В этих таблицах диаметры штифтов даны в зависимости от диаметра валиков для конических штифтов и от толщины штифтуемой детали для цилиндрических штифтов. Если приходится увеличивать размеры существующих отверстий, разрешается устанавливать штифты диаметром на одну ступень больше, чем в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Диаметр валика, мм	3—4	5—6	7—9	10—12	14—18	20—22	25
Диаметр конического штифта, мм	1	1,5	2	3	4	5	6

Таблица 3

Толщина штифтуемой детали, мм	2	3	4—5	6—8	10—12	14—16	18—20	22—30
Диаметр цилиндрического штифта, мм	1	1,5	2	3	4	5	6	8

Диаметр сверл и разверток для обработки отверстий под штифты указан в табл. 4.

Таблица 4

Диаметр штифта, мм	Диаметр сверл для сверления отверстий под цилиндрические штифты в стальных деталях и под конические штифты в любых деталях, мм	Диаметр сверл для сверления отверстий под цилиндрические штифты в силуминовых деталях, мм	Диаметр разверток, мм	Длина конусной части сверл, мм
1,0	0,9	0,8	1,0	0,2
1,5	1,4	1,3	1,5	0,3
2,0	1,9	1,8	2,0	0,3
3,0	2,9	2,8	3,0	0,4
4,0	3,9	3,7	4,0	0,5
5,0	4,9	4,7	5,0	0,6
6,0	5,8	5,7	6,0	0,7
8,0	7,8	7,7	8,0	0,9
10,0	9,8	9,7	10,0	1,0

При сверлении глухого отверстия под цилиндрический штифт глубина отверстия должна быть больше длины штифта на длину конусной части сверла.

Перед сверлением штифтуемые детали должны быть закреплены одна относительно другой во избежание взаимного перемещения. Если сверлится отверстие в валике небольшого диа-

метра, то для предохранения валика от изгиба применять подставки. В случае когда в валике уже имеется отверстие под штифт, но требуется просверлить новое, то новое отверстие сместить так, чтобы оно не пересекало старое. Ось отверстия должна проходить через ось валика и быть к ней перпендикулярна. В поперечном сечении увод оси отверстия от оси валика допускается до 0,5 диаметра штифта, но не более 2 мм

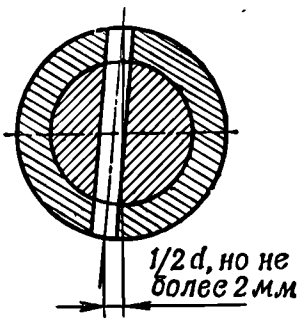


Рис. 13. Сверление отверстия под конический штифт в валике в поперечном сечении

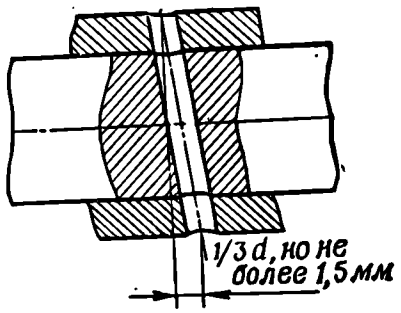


Рис. 14. Сверление отверстия под конический штифт в валике в продольном сечении

(рис. 13), в продольном сечении увод оси отверстия от перпендикуляра к оси валика (рис. 14) допускается $^1/_3$ диаметра штифта, но не более 1,5 мм. После сверления развернуть отверстия. Отверстия под конические штифты развертывать одновременно в обеих деталях. Отверстия под цилиндрические штифты развертывать одновременно в обеих деталях только в том случае, если обе детали изготовлены из стали. Если одна из деталей изготовлена из алюминия и его сплавов, то отверстия для цилиндрического штифта развертывать только в стальной детали.

После развертывания притупить острые кромки отверстий, сняв фаски 0,3×45° с помощью зенкера или шабера. Детали и узлы после сверления и развертывания отверстий тщательно очистить от смазки и стружки кистью или хлопчатобумажной салфеткой.

4.3.2. Штифтование цилиндрическими штифтами

Запрессовку цилиндрических штифтов производить с помощью молотка и медной (латунной или алюминиевой) выколотки. Во избежание перекоса следует сначала наносить легкие удары по выколотке, более сильные удары допускаются лишь в конце запрессовки.

Штифт посадить (забить) так, чтобы торец был заподлицо с поверхностью детали. Выступание штифта допускается не более чем на величину фаски (сферы) штифта. Нижний конец

штифта не должен выступать над поверхностью корпуса; он должен быть утоплен в отверстии корпуса не более чем на величину, равную диаметру штифта, при этом рекомендуется, чтобы примерно $^1/_3$ длины штифта находилась в детали, а остальная часть — в корпусе (рис. 15).

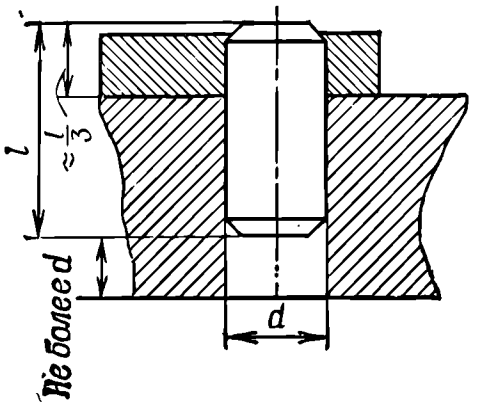


Рис. 15. Штифтование цилиндрическим штифтом

Штифты, фиксирующие положение щитов и крышек, должны быть посажены заподлицо с их поверхностями. Допускается выступание штифта не более 0,5 мм.

4.3.3. Штифтование коническими штифтами

Конические штифты, устанавливаемые без пружинных колец, должны быть посажены (забиты) так, чтобы выступание концов штифта с обеих сторон штифтуемой детали было примерно одинаковым и не превышало 1,5 диаметра штифта (рис. 16); допускается несимметричность выступания концов штифта на величину не более половины диаметра штифта.

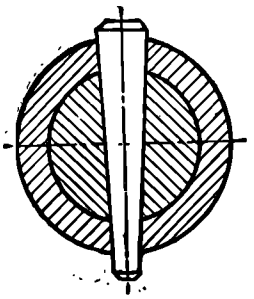


Рис. 16. Штифтование коническим штифтом

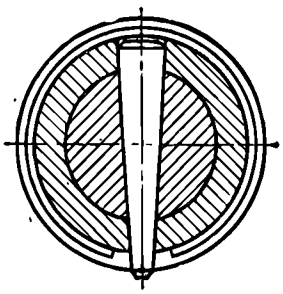


Рис. 17. Штифтование коническим штифтом с пружинным кольцом

Если конструкцией предусмотрено крепление конических штифтов пружинными кольцами, то штифт посадить так, чтобы конец его с бо́льшим диаметром выступал над дном канавки для пружинного кольца на величину фаски (сферы) штифта или был на одном уровне с дном канавки (рис. 17); конец штифта с меньшим диаметром должен выступать над поверхностью дна не менее чем на 0,5 диаметра штифта. После штифтования в канавку на ступице штифтуемой детали установить пружинное кольцо. Кольцо должно лежать на конце штифта с

большим диаметром и фиксироваться от проворачивания в канавке выступающим концом штифта с меньшим диаметром.

Штифты не должны выбиваться от легкого удара молотком по выколотке.

4.3.4. Штифтование специальными штифтами

Штифтование специальными коническими штифтами производить аналогично штифтованию обычными коническими штифтами с учетом следующих указаний:

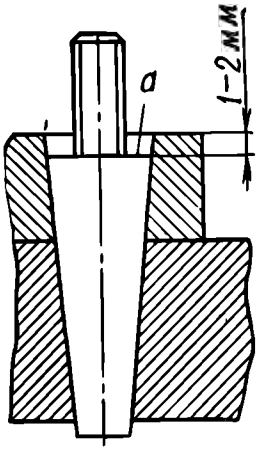


Рис. 18. Штифтование специальным коническим штифтом с резьбовым концом большого диаметра

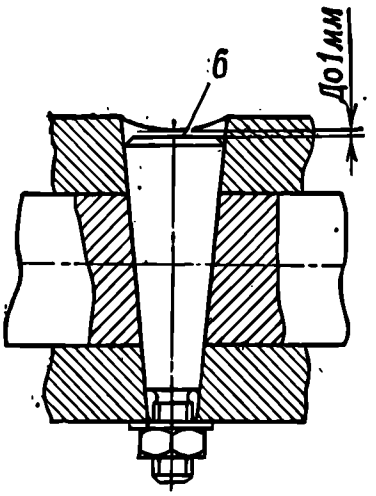


Рис. 19. Штифтование специальным коничсским штифтом с резьбовым концом малого диаметра

штифт с резьбовым концом на части штифта с большим диаметром должен быть посажен так, чтобы торец *а* (рис. 18) штифта утопал в отверстии детали на 1—2 мм; выступание торца *а* над поверхностью детали не допускается;

штифт с резьбовым концом на части штифта с меньшим диаметром должен быть посажен так, чтобы торец *б* (рис 19) штифта был на одном уровне с поверхностью закрепляемой детали или утопал в отверстии детали, но не более чем на 1 мм;

на резьбовой конец штифта навинтить до отказа гайку с шайбой; при свинченной гайке штифт должен выпрессовываться от легких ударов молотка.

5. УКАЗАНИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

5.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Изготовление деталей при ремонте производить согласно указаниям и рисункам, имеющимся в частных руководствах по ремонту, а при их отсутствии — по исправному образцу детали с точным соблюдением всех требуемых размеров. При необходимости могут быть изготовлены чертежи или эскизы на основании имеющихся образцов деталей.

Если вследствие изменений конструкции изделия размеры каких-либо деталей отличаются от указанных на рисунках частных руководств, такие детали также допускается изготавливать по размерам исправных деталей таких же изделий. При этом должны быть выполнены все приведенные в частных руководствах требования, относящиеся к этим деталям.

При изготовлении деталей допускаются в отдельных случаях отклонения от чертежных размеров, от степени чистоты обработки деталей, а также замена материалов, если при этом не снижаются боевые качества изделия.

Если материал детали неизвестен, то следует подобрать его по материалу аналогичных по назначению и условиям работы деталей, указания по изготовлению которых имеются в частных руководствах.

Марку стали, из которой изготовлена забракованная деталь, допускается определять по искре (приложение 6).

Если неизвестна марка бронзы или латуни, из которой изготовлена деталь, или отсутствует бронза и латунь требуемых марок, то разрешается изготавливать детали из бронзы Бр. АЖМц 10-3-1,5, Бр. АЖ9-4 ГОСТ 18175—78 и из латуни ЛМц А57-3-1 ГОСТ 15527—70.

Неметаллические материалы (войлок, фибра, картон, бумага, нитки и т. п.), если марка их не указана в частных руководствах, выбирать с таким расчетом, чтобы обеспечить нормальную работу деталей, изготовленных из этих материалов.

Чистота поверхности деталей при их изготовлении должна соответствовать требованиям, приведенным на рисунках частных руководств. Способ обработки в зависимости от требуемой чистоты поверхности назначать в соответствии с частным руководством или приложением 7 (для металлических деталей).

При изготовлении деталей допускаются незначительные вмятины и отдельные неглубокие резцовины, а также раковины и другие пороки в заготовках, если эти дефекты не влияют на работу и прочность деталей.

5.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

При изготовлении деталей по образцу допуски на размеры деталей устанавливать согласно приложению 8. При этом:

при установлении допусков на сопрягаемые размеры исходить из требований, предъявляемых к работе механизмов;

допуски на свободные размеры устанавливать на обработанные поверхности по 7-му классу точности, на черновые поверхности — по 9-му классу точности;

допуски с 5-го по 9-й класс точности разрешается округлять в большую сторону до 0,1 мм, а допуски 4-го класса и более точных классов — до 0,01 мм.

Шабрение и притирку деталей производить после обработки их на станках или после опиловки. Они производятся для достижения требуемой чистоты поверхности деталей (начиная с класса чистоты 8 и выше), для пригонки деталей с целью получить непроницаемое для газов и жидкостей соединение, а также для более полного соприкосновения трущихся поверхностей.

Работы по притирке деталей выполнять согласно указаниям, данным в приложении 9.

Детали, изготовлявшиеся на заводах основного производства штамповкой, разрешается изготавливать путем механической обработки, при этом ковочные уклоны могут не соблюдаться.

Детали арматуры для закрепления ЗИП и щитки из листовой стали, изготовленные вытяжной штамповкой, разрешается делать сварными.

Сварочные работы и контроль их качества производить согласно приложениям 10—12. Указания о применении электродуговой или газовой сварки даны в частных руководствах по ремонту и в соответствующих частях данного руководства. Разрешается применять вместо электродуговой сварки газовую сварку при условии, что качество сварочного шва или наплавленного металла будет не ниже, чем при электродуговой сварке, и если газовая сварка не вызовет значительных деформаций или нарушения термической обработки деталей.

Допускается повторная сварка или наплавка одного и того же участка при условии, что в местах сварки или наплавки нет пережога металла. Перед повторной сваркой или наплавкой для устранения пороков сварного шва наплавленный металл удалить до полного выведения порока (раковины, трещины и т. п.).

Непровары в местах наплавки не допускаются. При наплавке после обработки детали допускаются отдельные раковины и

черновины в местах перехода к основному металлу, если они не влияют на работу детали.

Детали, подлежащие после наплавки цементации, наплавлять электродом Э34 или Э42.

Цементацию деталей производить согласно указаниям, данным в приложении 13. Если на рисунках указаны марки сталей с определенными механическими свойствами (КТ), а заготовка детали была изготовлена из стали, не обработанной под КТ, то обработка под КТ должна быть обеспечена соответствующей термической обработкой заготовки детали согласно приложению 14. В ремонтных органах, не имеющих специальных приборов, температуру нагрева деталей определять по цветам каления и цветам побежалости (приложение 15).

После термической обработки проверить деталь на твердость и убедиться, что в ней нет трещин. Детали с пониженной твердостью разрешается подвергать повторной термической обработке до обеспечения требуемой твердости. Детали с закалочными трещинами браковать. Твердость детали проверять с помощью напильника (приложение 16).

Изготовление винтовых пружин производить согласно приложению 17. Пружинную проволоку марок, указанных в частных руководствах, разрешается заменять пружинной проволокой других марок, если изготовленные из такой проволоки пружины обеспечат нормальную работу механизма. При этом режим термообработки подбирать для каждого случая практически из расчета обеспечения требуемых упругих свойств пружины.

5.3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Обработка пластмасс значительно отличается от обработки металлов. Режущий инструмент при обработке пластмасс, как правило, сильно тупится, его нельзя охлаждать водой. Учитывая относительно невысокую прочность пластмасс, следует пользоваться для их обработки очень острым режущим инструментом. В противном случае происходит вырывание частиц материала и повышается шероховатость обрабатываемой поверхности.

Также следует применять большие скорости резания и малые подачи.

При сквозном сверлении или фрезеровании во избежание выкрашивания материала в месте выхода из него сверла или резца устанавливать обрабатываемое изделие на подкладку из твердого дерева или металла.

При обработке хрупких пластмасс (полистирол и т. п.) на поверхности детали могут появиться трещины. Чтобы избежать их, следует уменьшить глубину резания, величину подачи или применять ручную обработку.

Ориентировочные параметры обработки термопластических пластмасс приведены в табл. 5, а термореактивных пластмасс —

Таблица 5

Ориентировочные параметры обработки термопластических пластмасс

Операция	Материал инструмента или его тип	Скорость резания, м/мин	Подача при черновой обработке, мм/об	Углы резцов: α — задний угол; γ — передний угол
Точение	Инструментальная сталь	75—100		α=8—12°
	Быстрорежущая сталь	300—500	0,3—0,5	γ=15—20°
	Твердый сплав	500—1000		
Фрезерование	Быстрорежущая сталь	1000	0,1—0,3	α=10—30°; γ=10—25°
Сверление	Быстрорежущая сталь, твердый сплав	150	0,1—0,5	γ=15—20°; угол заострения 60—105°
Распиловка	Дисковая пила	2000	Ручная	Развод зубьев 2—3 мм α=30—40°; γ=5—8°.
	Ленточная пила	1200	"	Развод зубьев ~3 мм

в табл. 6. Токарную обработку целесообразно производить резцами с радиусом закругления 3—4 мм. Глубина слоя резания

Таблица 6

Ориентировочные параметры обработки термореактивных пластмасс

Операция	Материал инструмента или его тип	Скорость резания, м/мин	Подача при черновой обработке, мм/об	Углы резцов: α — задний угол; γ — передний угол
Точение	Быстрорежущая сталь	80—100	0,3—0,5	α=15—30°
	Твердый сплав	200—250	0,1—0,3	γ=8—10°
Фрезерование	Быстрорежущая сталь	40—50 200—1000	0,5—0,1 0,5—1,0	α=15—30°; γ=15—25°
Сверление	Быстрорежущая сталь	40—50 90—120	0,2—0,4 0,2—0,4	Угол заострения сверла 60—100°
Распиловка	Дисковая пила	2500—3000	Ручная	α=30—40°;
	Ленточная пила	1500—2000	"	γ=5—8°

при черновой обработке может доходить до 10 мм, а при чистовой обработке — до 1 мм. При точении материалов, дающих ленточную стружку, применять возможно большие скорости резания, большую подачу и малую глубину резания (например, при обработке полихлорвинила глубина резания не должна превышать 0,5 мм). В противном случае стружка может не отделиться от материала, а накрутиться на него и привариться, так что последующее ее отделение будет затруднено и может привести к повреждению обработанной поверхности изделия.

Фрезерование производить червячными фрезами с углом наклона винтовой линии 30—80°. Вальцовые и торцовые фрезы для обработки хрупких материалов должны иметь торцовую кромку с радиусом закругления ~1,5 мм.

При обработке слоистых материалов во избежание их расслаивания фреза должна вращаться в направлении подачи.

Сверление производить спиральными сверлами, угол заострения которых зависит от вида материала и диаметра отверстия. Отверстия больших диаметров сверлить перовыми сверлами.

Для предохранения поверхности материала от выкрашивания при сверлении малых отверстий вначале произвести кернение, затем зенковку большим диаметром, после чего просверлить сквозное отверстие сверлом требуемого диаметра.

Для сверления хрупких материалов применять двустороннее рассверливание. Нарезание резьбы в отверстиях следует производить осторожно, так как из-за низкой теплопроводности и сложности отведения стружки она забивает канавки метчика, приваривается к обрабатываемой детали. Резьба, особенно в термореактивных пластмассах, часто выкрашивается. Для упрочнения резьбы следует несколько затуплять профиль и применять возможно больший шаг.

При распиливании слоистых пластиков во избежание расслаивания материала следует перемещать его в направлении, обратном движению зубьев пилы.

Шлифование и полирование производить так же, как и при обработке металлов.

6. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ ОБЩИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

6.1. РЕМОНТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ, ИМЕЮЩИХ ЗАБОИНЫ, ЗАДИРИНЫ, ВМЯТИНЫ, ИЗГИБ И ИЗЛОМ

Приподнятый металл в местах забоин и задирин зачистить шабером или напильником с насечкой № 2, 3 или 4 в зависимости от требуемой чистоты поверхности. Оставшиеся в металле углубления, отдельные царапины и другие мелкие повреждения поверхности, не влияющие на работу детали, не выводить.

При выполнении работ по устранению вмятин и изгибов деталей руководствоваться следующим:

а) Вмятины или изгиб деталей разрешается не устранять в тех случаях, если они не препятствуют работе сопряженных деталей и не нарушают их прочности.

Приподнятый металл по краям вмятин или в местах изгиба деталей зачистить заподлицо с остальной поверхностью детали. Если вследствие зачистки может быть нарушена прочность детали, то предварительно осадить приподнятый металл.

б) Вмятины или изгиб деталей устранять без нагрева. Стальные детали, не поддающиеся правке без нагрева, допускается править с нагревом, если это не приведет к изменению свойств металла детали; при этом правку детали производить по возможности за один нагрев.

в) При правке предохранять детали от забоин и наминов, для чего правку производить на торце деревянной колодки или на наковальне с применением подкладки из цветного металла или на соответствующих оправках. При этом удары наносить через прокладку из цветного металла или непосредственно медным или деревянным молотком.

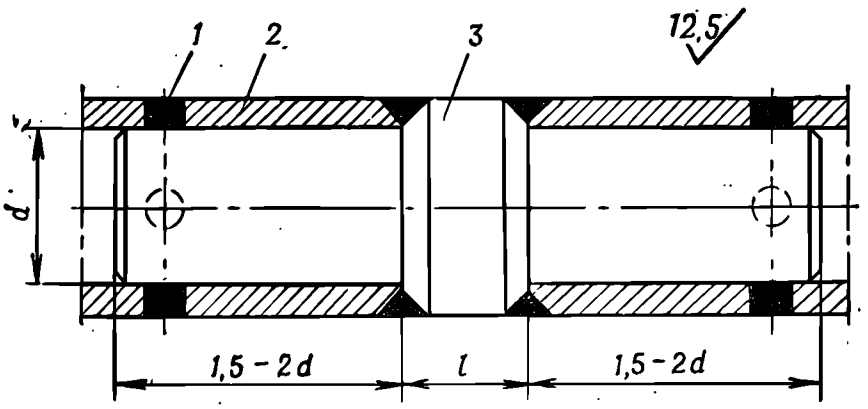
г) Вмятины в пустотелых деталях со стенками толщиной до 3 мм, для исправления которых не требуется тщательной правки, выправлять на деревянной или металлической оправке, укрепленной в тисках или на верстаке.

Во избежание появления трещин вмятины выправлять осторожно, не нанося сильных ударов. При правке рекомендуется

применять гладилки, соответствующие профилям исправляемых деталей.

Вмятины в пустотелых деталях с толщиной стенок более 3 мм или вмятины, требующие тщательной правки, выправлять разжимным приспособлением, указанным в приложении 24.

После правки пустотелых деталей допускается (там, где это необходимо) зачистка внутренних стенок разверткой соответствующего диаметра.



l - длина удаленного поврежденного участка

Рис. 20. Соединение детали с помощью внутренней вставки:
1 — завареиное отверстие; *2* — труба; *3* — вставка

Пустотелые детали перед исправлением изгибов во избежание сплющивания и образования складок плотно набивать сухим песком, закрывая отверстия деревянными пробками.

При сварке сломанных стальных деталей, а также при заделке пробоин и трещин, если нет особых указаний в частных руководствах, применять электроды типа Э50А, а при сварке деталей из ковкого чугуна и цветных металлов — соответствующие присадочные материалы, указанные в приложениях 11 и 12.

Сварные швы зачищать заподлицо с поверхностью соединяемых деталей только в случаях, если швы препятствуют сопряжению или взаимодействию отремонтированной детали с другими деталями.

При ремонте деталей с применением вставок рекомендуется изготовлять вставки из того же металла, из которого изготовлена ремонтируемая деталь.

Перед ремонтом сломанной детали разрушенный участок удалить, а погнутые участки выправить.

Сломанные детали восстанавливать следующими способами:

а) Трубчатые детали соединять внутренними или наружными вставками (рис. 20 и 21).

В зависимости от назначения детали внутреннюю вставку можно делать сплошной или трубчатой.

Вставку изготовлять соответствующих размеров, пригонять ее по сопряженным местам без шаткости и приваривать по контуру. Для увеличения прочности соединения, если необходимо, просверлить отверстия *1* (рис. 20) или *2* (рис. 21) и заварить их.

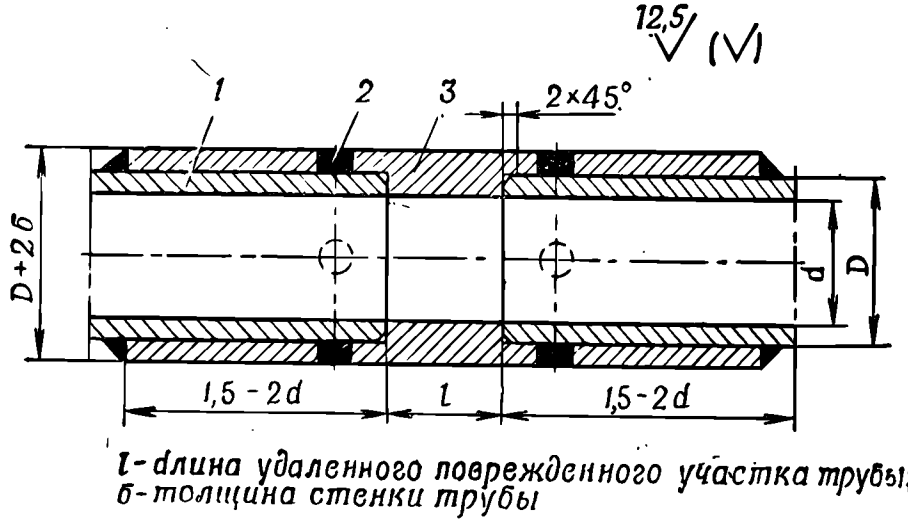


Рис. 21. Соединение детали с помощью наружной вставки:
1 — труба; *2* — завареиное отверстие; *3* — вставка

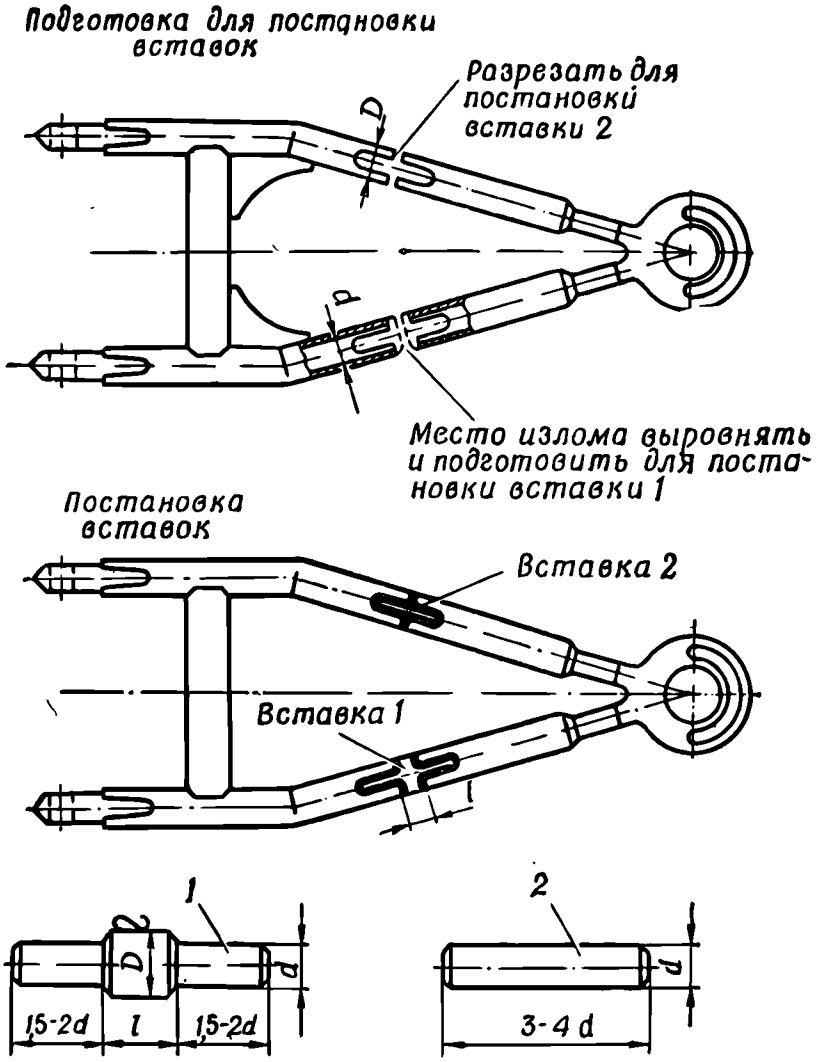
Прочность соединения можно также увеличить путем удлинения сварного шва, сделав соответствующие вырезы в ремонтируемой трубчатой детали. Способ такого соединения показан на примере ремонта сломанной тяговой стрелы (рис. 22).

б) Стержни круглого сечения соединять встык с постановкой вставки в тех случаях, если необходимо сохранить первоначальную длину детали (рис. 23 и 24).

Стержни прямоугольного сечения соединять вставками и накладками так, как показано на рис. 25, 26 и 27.

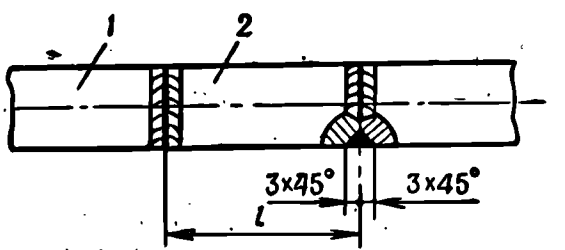
в) Детали из сортового проката соединять с помощью накладок. Пример соединения деталей коробчатого сечения дан на рис. 28.

Сломанные детали из ковкого чугуна или алюминиевых сплавов соединять, если это допускает конструкция детали, с помощью сварки с постановкой чугунных или алюминиевых вставок или накладок, а также с помощью стальных накла-



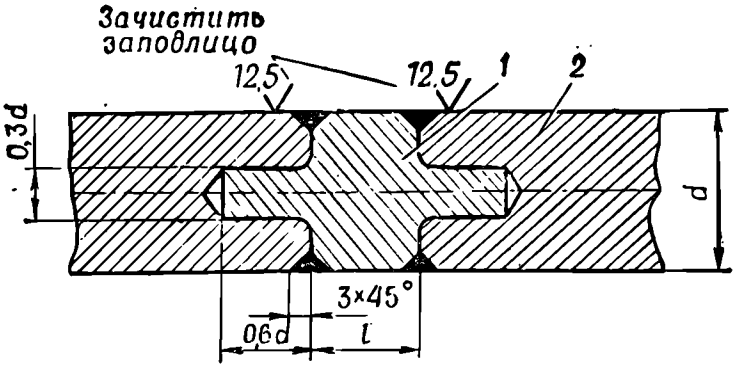
Материал: детали 1,2 - сталь 40 ГОСТ 1050-74.
l - длина удаленного поврежденного участка трубы;
d - пригнать по месту без шаткости.
Острые ребра притупить

Рис. 22. Ремонт трубчатой детали (тяговой стрелы):
1 — вставка 1; *2* — вставка 2



l - длина удаленного поврежденного участка стержня

Рис. 23. Соединение детали встык с помощью вставки:
1 — стержень; *2* — вставка



l - длина удаленного поврежденного участка стержня. Вставку и стержень соединить на неподвижной посадке (прессовой, глухой и др.)

Рис. 24. Соединение детали встык с помощью вставки:
1 — вставка; *2* — стержень

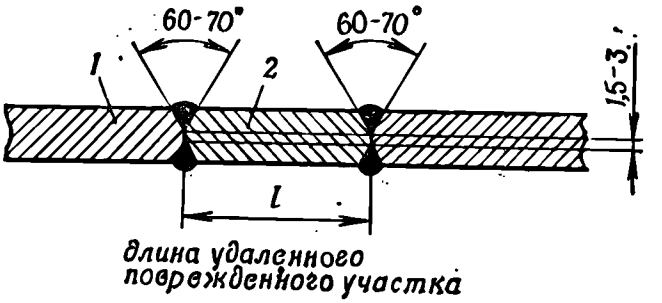


Рис. 25. Соединение стержня прямоугольного сечения с помощью вставки:
1 — стержень; *2* — вставка

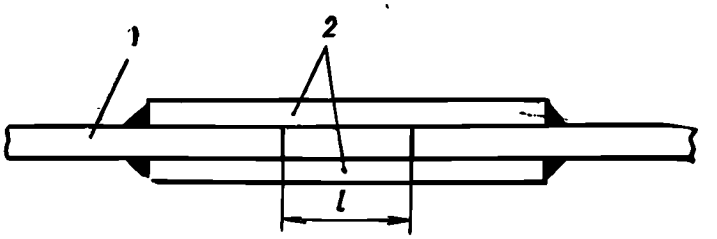


Рис. 26. Соединение стержня прямоугольного сечения с помощью накладки:
1 — стержень; *2* — накладка

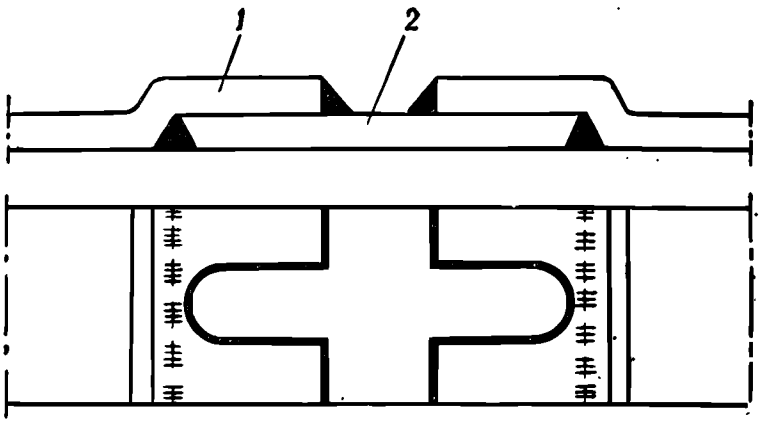


Рис. 27. Соединение стержня прямоугольного сечения с помощью вставки-накладки:
1 — стержень; *2* — вставка-накладка

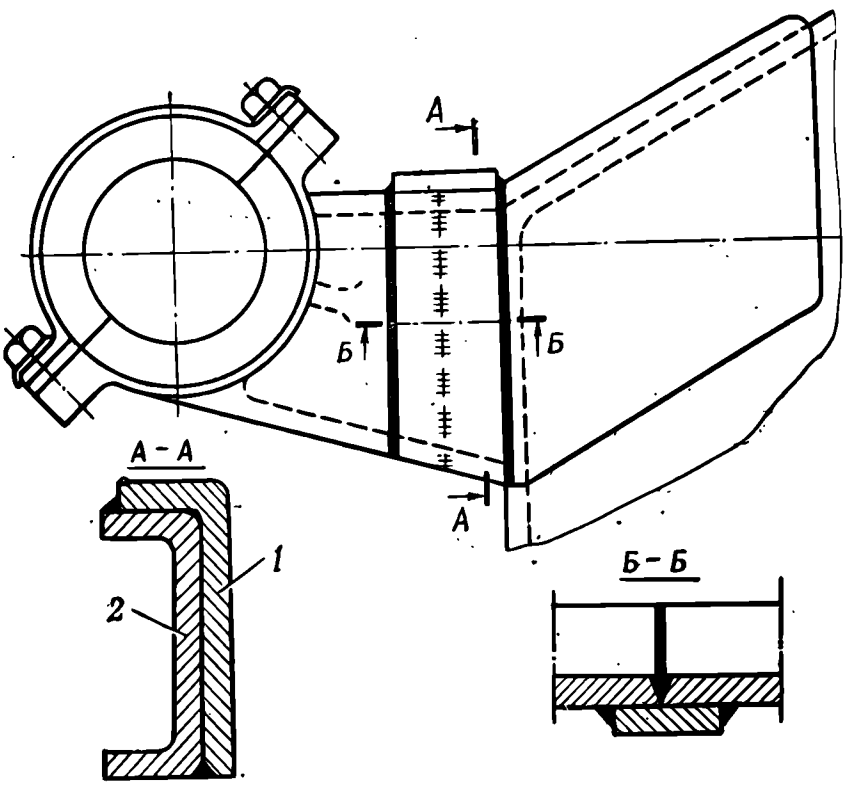
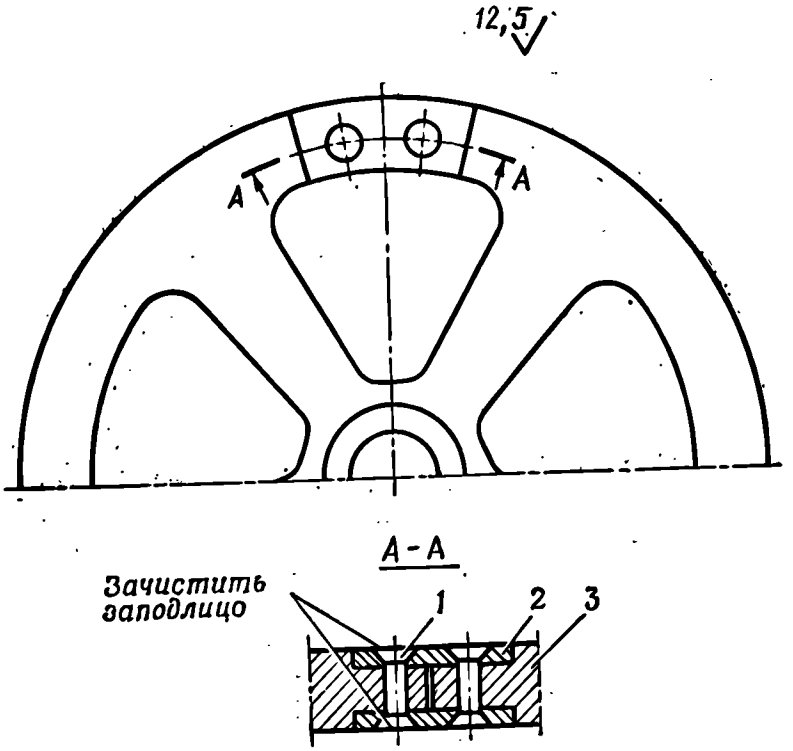


Рис. 28. Соединение детали коробчатого сечения:
1 — накладка; *2* — швеллер

док, поставленных на заклепках. Пример соединения с помощью стальной накладки приведен на рис. 29.



Материал: деталь 1 и 2-сталь 20-30 ГОСТ 1050-74
Острые ребра притупить

Рис. 29. Соединение детали с помощью стальной накладки:
1 — заклепка; *2* — накладка; *3* — деталь

6.2. РЕМОНТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С ПРОБОИНАМИ И ТРЕЩИНАМИ

Пробоины размером до 15 мм заделать болтом с гайкой, нарезным штифтом или заклепкой (рис. 30, *б*, *в*, *г*).

Пробоины размером до 20 мм подготовить под заварку и заварить (рис. 30, *а*). Пробоины большего размера заделывать накладками или вставками.

Постановку вставок (приложение 24) производить в тех случаях, когда накладка будет препятствовать взаимодействию частей вооружения или их монтажу.

Толщина вставки или накладки должна быть примерно равна толщине стенки ремонтируемой детали с учетом припуска на обработку, если она требуется.

Накладки ставить на сварке, а в отдельных случаях, указанных в частных руководствах,— на заклепках, винтах или болтах.

Края накладки должны перекрывать контур пробоины не менее чем на 20 мм.

Постановку накладок производить в такой последовательности:

срубить рванины по краям пробоины и выправить погнутые кромки и вмятины; полную правку краев пробоины при

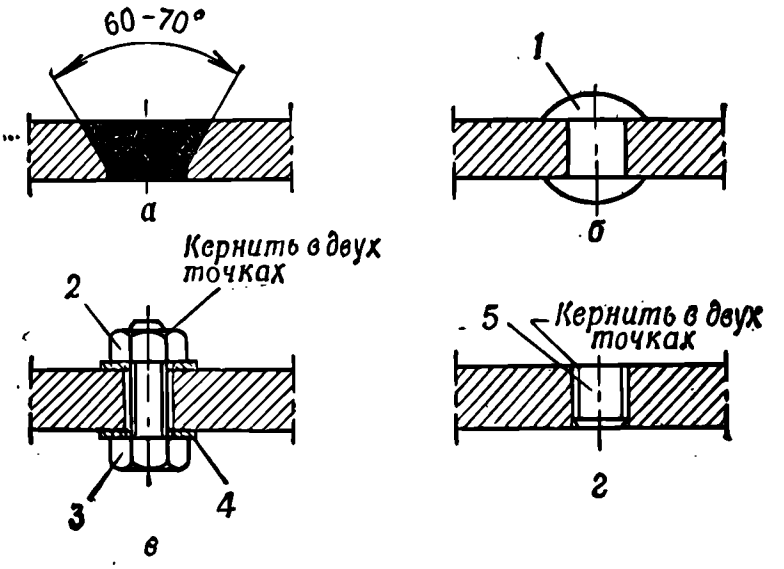


Рис. 30. Заделка пробоин:

а — заваркой; *б* — заклепкой; *в* — болтом с гайкой; *г* — иарезным штифтом; *1* — заклепка; *2* — гайка; *3* — болт; *4* — шайба; *5* — иарезной штифт

постановке накладок на сварке разрешается не производить при условии, если это не мешает работе сопряженных деталей; в этом случае выправить края пробоины так, чтобы обеспечить плотное прилегание накладки; при постановке накладок на заклепках, винтах или болтах контур пробоины на расстоянии не менее 30 мм от кромок полностью выправить;

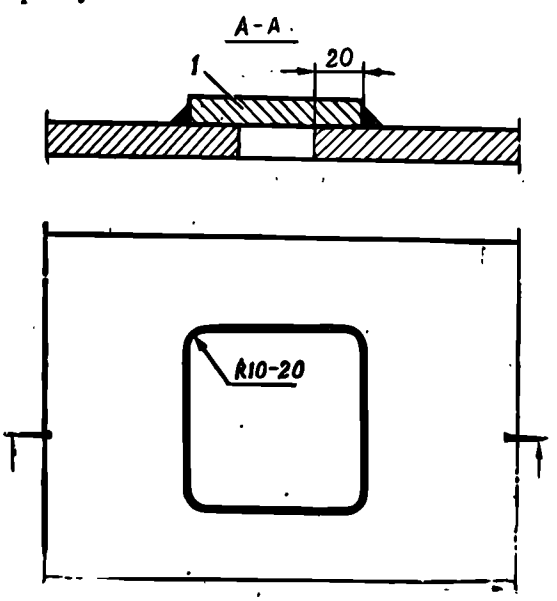


Рис. 31. Заделка пробоин накладкой иа сварке:

1 — накладка

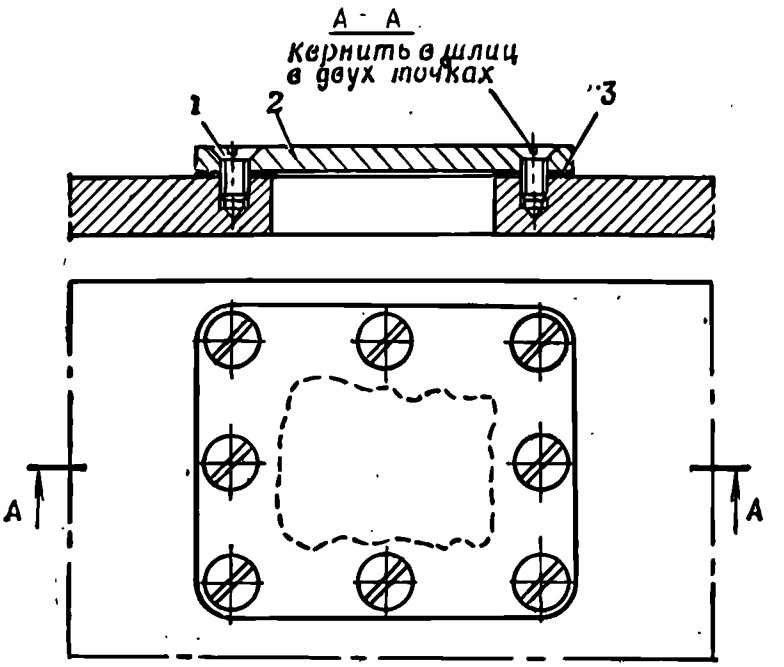
просверлить отверстия диаметром 3—6 мм по концам лучевых трещин, идущих от краев пробоины (в мелких деталях сверлить отверстия диаметром 1—3 мм);

изготовить накладку и пригнать к поврежденному месту, обеспечив ее плотное прилегание (при постановке накладок на сварке углы накладок закруглить радиусом не менее 10 мм);

приварить накладку или соединить ее с деталью на заклепках, винтах или болтах.

Диаметр заклепок (винтов, болтов), их количество и расстояние между центрами отверстий устанавливать в каждом конкретном случае в зависимости от размеров накладки и требуемой прочности или герметичности соединения.

Во всех случаях, когда позволяет толщина стенки детали, отверстия в детали под винты делать несквозными.



Материал: деталь 1 - сталь 30 ГОСТ 1050-74;
деталь 3 - картон прокладочный ГОСТ 9347-74
или паронит ГОСТ 481-71

Рис. 32. Заделка пробоин накладкой на винтах:
1 — винт; *2* — накладка; *3* — прокладка

Заделка пробоины накладкой на сварке и на винтах показана на рис. 31 и 32.

Клепальные работы при постановке накладок на заклепках выполнять в соответствии с указаниями приложения 18.

Детали, имеющие трещины, ремонтировать путем заварки или постановки накладок. Перед ремонтом просверлить по концам трещины отверстия диаметром 3—6 мм. Если концы трещины обозначены нечетко, определить их способом, указанным в приложении 5.

Перед заваркой вырубить вдоль трещины фаску под углом 60—70° (рис. 33, *а*).

Во всех случаях, когда это возможно, подготовку под заварку производить с обеих сторон трещины (рис. 34).

Трещины длиной до 15 мм в деталях из листового металла, расположенные у краев, выводить снятием металла с плавным переходом к кромке. Допускается также выпилить трещину круглым напильником диаметром не более 10 мм или

просверлить отверстие у конца трещины сверлом диаметром 3—6 мм.

На штампованных деталях, изготовленных из листового материала, технологические трещины в местах перегибов допускаются, если нет других указаний в частных руководствах.

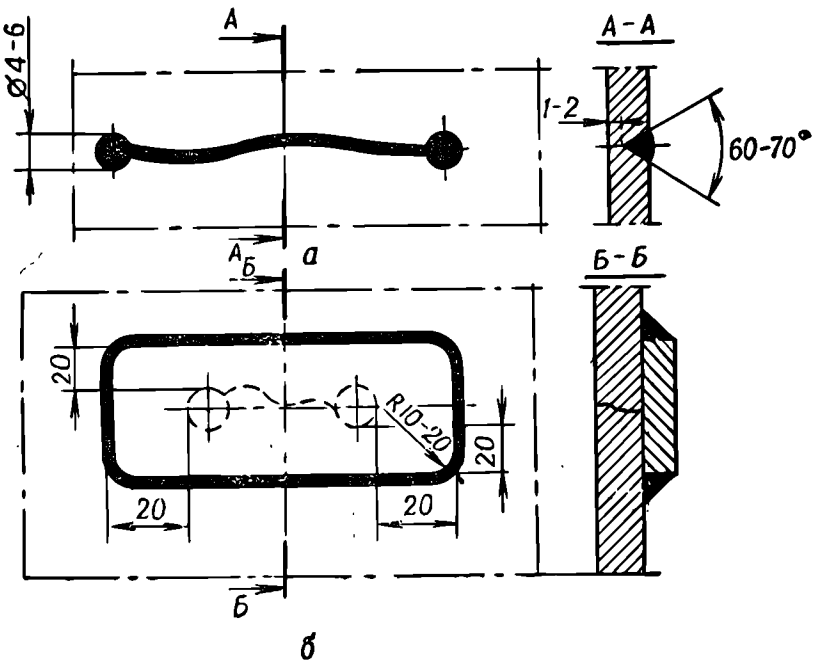


Рис. 33. Заделка трещин:
а — заваркой; *б* — постановкой накладки

При ремонте деталей, имеющих трещины, постановкой накладок приварить накладки или ставить их на заклепках, винтах или болтах. Размеры накладки должны быть такими, чтобы она перекрывала трещину не менее чем на 20 мм со всех сторон (рис. 33, *б*).

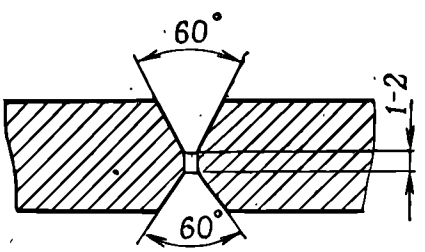


Рис. 34. Подготовка детали под заварку

При наличии трещин в местах сварки вырубить сварной шов по всей длине трещины и заварить вновь.

Детали из чугуна, имеющие трещины и пробоины, ремонтировать с помощью заварки или сварки с постановкой чугунных накладок или вставок, а также с помощью стальных накладок, поставленных на винтах или болтах.

Детали из алюминиевых сплавов, имеющие трещины и пробоины, ремонтировать с помощью заварки или сварки с постановкой алюминиевых накладок или вставок, а также с помощью алюминиевых или латунных накладок, поставленных на заклепках, винтах или болтах. Заклепки изготовлять из алюминия или меди.

Баки, корпуса редукторов и другие устройства, содержащие жидкости или смазки не под давлением и имеющие пробоины и трещины, ремонтировать в зависимости от их конструкции заваркой, постановкой накладок на сварке или на винтах.

Под накладки на винтах ставить прокладки из паронита или прокладочного картона (рис. 32). При этом края пробоины, прокладку, внутреннюю сторону накладки и нарезную часть винтов покрывать суриком ГОСТ 8135—74, разведенным в олифе ГОСТ 7931—76. После ремонта проверить, нет ли просачивания рабочей жидкости или смазки в отремонтированных местах; если просачивание имеется, устранить его повторной заваркой, подтяжкой винтов или заменой прокладки.

Ресиверы и другие устройства, содержащие газ или жидкость под давлением и имеющие трещины и пробоины, ремонтировать постановкой накладок на сварке (разд. 10 и приложения 10, 11 и 24).

6.3. УДАЛЕНИЕ РЖАВЧИНЫ С ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ*

Ржавчина на рабочих поверхностях деталей вооружения не допускается.

Налет ржавчины на рабочих поверхностях деталей удалять ветошью ГОСТ 5354—79, смоченной уайт-спиритом ГОСТ 3134—78, маслом АУ ГОСТ 1642—75 или жидкой ружейной смазкой ГОСТ 3045—51. Участки, с которых удалялась ржавчина, тщательно протереть сухой ветошью. На ветоши не должно быть твердых частиц, которые могут царапать металл.

Если ржавчина все же осталась на деталях, то удалить ее с помощью суконки, на которую нанести порошок древесного угля ГОСТ 7657—74, смешанного с веретенным маслом АУ.

Удаление ржавчины с валов и наружной поверхности цилиндров можно производить также с помощью пеньковой веревки. Для этого нанести на веревку порошок древесного угля, смешанного с веретенным маслом АУ, закрепить вал и, намотав на него один виток веревки, протягивать веревку с обоих концов сначала в одну, а затем в другую сторону.

Если ржавчину с рабочих поверхностей нельзя удалить порошком древесного угля, то удалять ее вышеуказанными способами с помощью шлифовального порошка ГОСТ 3647—71 зернистостью 180—240, смешанного с веретенным маслом АУ, или шлифовальной шкуркой ГОСТ 10054—75 или 13344—79 зернистостью 180—240, смазанной веретенным маслом АУ. После удаления ржавчины промыть детали уайт-спиритом. Работы по удалению ржавчины с применением шлифоваль-

* Удаление ржавчины с деталей гидропневматических устройств см. в разд. 10.

ного порошка или шкурки производить под руководством мастера ремонтного органа.

При наличии ржавчины под слоем краски (определяется по трещинам или выпучиванию слоя краски) удалить поврежденный слой краски скребком и зачистить детали до металлического блеска проволочной щеткой, после чего произвести грунтовку и подкраску.

Ржавчину на нерабочих поверхностях оксидированных или фосфатированных деталей удалять зачисткой шлифовальной шкуркой или проволочной щеткой, при этом следить за тем, чтобы не повредить защитные покрытия, не пораженные ржавчиной. Зачищенную поверхность смазать.

Раковины на поверхностях деталей разрешается не удалять, за исключением случаев, указанных в настоящем Общем и в частных руководствах.

Ржавчину с поверхностей деталей рекомендуется удалять химическим способом согласно инструкции (приложение 4).

6.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА ДЕТАЛЯХ

Все имеющиеся на объекте ремонта надписи и гравировки (шкалы, риски, цифры и т. п.) должны быть восстановлены до ясной видимости, при этом цвет краски должен соответствовать цвету краски не поврежденных надписей (гравировок) в этих же местах и не должно наблюдаться пропусков и незаполненных мест при восстановлении гравировок.

Перед нанесением на шкалы заполнителя тщательно обезжирить заполняемые участки шкал, промыв их чистым бензином и протерев чистой салфеткой.

Если заполнитель гравировки частично выкрошен, то предварительно удалить чертилкой из углублений гравировки остаток заполнителя, после чего обезжирить углубления, как указано выше, следя за тем, чтобы бензин не попал в углубления с годным заполнителем.

Заполнение гравировок, если в частных руководствах нет других указаний, производить любой из густотертых красок и эмалей или нитроэмалей в такой последовательности:

заполнить углубления гравировки краской с помощью кисточки или шпателя;

снять излишек краски сначала сухой салфеткой, а затем салфеткой, смоченной бензином (для масляной краски) или олифой (для масляной эмали);

высушить деталь (режимы сушки в зависимости от марки краски указаны в приложении 35).

При заполнении гравировки нитроэмалью излишек эмали снять через 15—20 мин салфеткой, смоченной растворителем, состоящим из равных частей этилового спирта ГОСТ 11547—76 и ацетона ГОСТ 2768—79.

Если согласно действующему руководству службы у ремонтируемого изделия отдельные емкости заполнены разными жидкостями, то после окраски изделия нанести надпись, указывающую, чем заполнено соответствующее устройство (например, в накатнике «Стеол-М»). Надписи наносить белой краской, размер букв не менее 30 мм.

Если нет особых указаний, то надпись делать на самом устройстве на видном месте ближе к вентилям для заливки жидкости. При наличии указания о месте расположения и содержании надписей в действующем руководстве службы надписи делать согласно указаниям руководства.

Маркировку монтажных проводов производить согласно указаниям, данным в разд. 12.

6.5. РЕМОНТ ПЛАСТМАССОВЫХ, ФАРФОРОВЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

6.5.1. Общие требования

На пластмассовых, фарфоровых и керамических деталях допускаются небольшие сколы и царапины, не ослабляющие прочность детали и не ухудшающие ее внешний вид; при этом на деталях из термореактивных пластмасс места сколов и царапины должны быть покрыты лаком.

На защитных стеклах и на шкалах, изготовленных из органического стекла, допускаются отдельные царапины, если они не носят характера скоплений и не мешают производить отсчеты.

Трещины и излом деталей не допускаются; допускаются небольшие трещины длиной не более 5 мм на краях деталей из листовых материалов, причем в концах трещин должны быть просверлены отверстия диаметром 1—2 мм.

Треснувшие и изломанные детали должны быть заменены или восстановлены способами, указанными в настоящем разделе.

Детали из гетинакса и текстолита, подвергавшиеся механической обработке, а также старые детали, имеющие заметные повреждения лаковой пленки, пропитать бакелитовым лаком. Бакелизацию производить в целях повышения электрической прочности детали, ее влагостойкости, маслостойкости и улучшения внешнего вида. Пропитку производить согласно указаниям, данным в разд. 18.

6.5.2. Характеристика пластмасс

Методы ремонта пластмассовых деталей зависят, как правило, не только от вида повреждений деталей (изломы, трещины, сколы и т. д.), но и от типа пластмассы, из которой изготовлены детали.

Основными типами пластмасс являются термореактивные, термопластические и слоистые пластмассы. Термореактивные пластмассы характеризуются тем, что при нагреве они вначале размягчаются, а затем переходят в твердое, неплавкое состояние. Процесс этот является необратимым, т. е. при повторном нагреве пластмассы не размягчаются.

Детали из термореактивных пластмасс изготавливаются прессованием из пресс-порошков. Механическая прочность этих пластмасс низкая. Из них обычно изготавливают рукоятки, нажимные кнопки, маховички, малонагруженные корпуса приборов, клеммные и контактные колодки, кабельные фишки и другие детали подобного рода. Поврежденные детали, изготовленные из термореактивных пластмасс, ремонтируются путем склеивания различными клеями (например, клеем типа БФ) или восстанавливаются с помощью стиракрила.

Термопластические пластмассы отличаются тем, что при повторном нагревании они снова переходят в пластическое состояние, полностью сохраняя при этом способность к формированию. Наиболее распространенными термопластическими массами являются винипласт, полиэтилен, полистирол, фторопласты, целлулоид, органическое стекло и др. Термопластические пластмассы обладают, как правило, высокой химической стойкостью и хорошими электроизоляционными свойствами. Механическая прочность термопластических пластмасс в основном невысокая. Из термопластических пластмасс изготавливают детали, работающие в условиях воздействия агрессивной среды (винипласт, фторопласт), электроизоляционные детали (полистирол), смотровые люки, шкалы (органическое стекло) и другие малонагруженные и неответственные детали.

Ремонт термопластических пластмасс производится в основном путем склеивания или сварки.

Слоистые пластмассы в своем составе имеют наполнители в виде листов бумаги, ткани, древесного шпона и различные связующие вещества. Основными видами слоистых пластмасс являются: текстолит, гетинакс, стеклотекстолит, асботекстолит и древесные слоистые пластики.

Слоистые пластмассы обладают высокой механической прочностью. Они теплостойки, и большинство из них имеет высокие диэлектрические свойства. Поэтому из слоистых пластиков изготавливаются детали, требующие высокой прочности: шестерни, вкладыши подшипников, втулки, направляющие и т. п. (текстолит, стеклотекстолит, древесные слоистые пластики), электроизоляционные детали (текстолит, гетинакс, стеклотекстолит), фрикционные детали и детали тормозных устройств (асботекстолит).

Ремонт деталей из слоистых пластмасс может производиться путем склеивания (для неответственных деталей) или соединения механическим путем с помощью заклепок или винтов.

6.5.3. Заклепочные и резьбовые соединения пластмассовых изделий

а) Заклепочные соединения

В связи с низкой теплостойкостью пластмасс применяется только холодная клепка металлических заклепок. Для уменьшения нагрузок, возникающих при клепке, обычно используют не сплошные металлические заклепки, а полые (трубчатые) из мягкой стали, а также алюминиевые, латунные или медные заклепки. Чтобы распределить нагрузки на большую площадь, рекомендуется применять полые заклепки с увеличенной головкой или сплошные заклепки с шайбой, подкладываемой под головку. Диаметр головки заклепки или шайбы должен быть тем больше, чем ниже прочность полимерного материала на сжатие.

Отверстия глубиной до 2 мм можно пробивать, а больше 2 мм — сверлить.

В случае соединения листов различной толщины заклепками, имеющими потайные головки, головки следует располагать на стороне листов большей толщины, а при соединении заклепками с выступающими головками заклепки устанавливать так, чтобы головки находились на стороне более тонкого листа.

При соединении пластмассовых изделий и некоторых других материалов (кожи и т. п.) можно применять заклепки из термопластических пластмасс. Чаще всего применяют заклепки из винипласта. Изготавливают их вытяжкой винипластового стержня, нагретого до температуры 130°С, после чего, не снимая нагрузки, стержень охлаждают, а затем разрезают на кусочки требуемой длины.

Заклепки поместить в отверстия соединяемых деталей и равномерно нагреть горячим воздухом или пламенем до температуры 130°С. В результате нагревания заклепки, стремясь принять первоначальные размеры, уменьшаются в продольном и увеличиваются в поперечном направлениях. Но поскольку соединяемые детали ограничивают расширение заклепок, то происходит стягивание деталей заклепками (рис. 35).

Заклепки больших размеров изготавливать описанным выше способом из винипластовой трубки. Постановку их осуществлять так же, как и сплошных заклепок (рис. 36).

Соединения на пластмассовых заклепках легко разъединить, срубив головки заклепок. При этом скрепляемые детали обычно не повреждаются. Соединение слоистых пластиков можно производить заклепками любого типа. В связи с возможностью выкрашивания стенок отверстия следует применять заклепки диаметром не более 4 мм. Заклепки должны проходить через материал перпендикулярно к его слоям.

Расстояние от оси металлических заклепок до краев соединяемых деталей должно быть не меньше 2,5—3 диаметров заклепки.

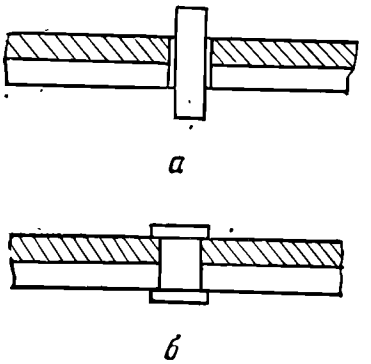


Рис. 35. Соединение пластмассовых деталей с помощью сплошных винипластовых заклепок:
а — заклепка, вставленная в отверстие; *б* — заклепочное соединение

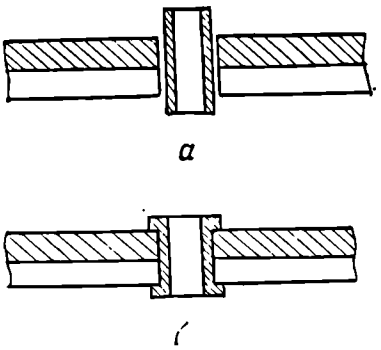


Рис. 36. Соединение пластмассовых деталей с помощью полых винипластовых заклепок:
а — заклепка, вставленная в отверстие; *б* — заклепочное соединение

б) Резьбовые соединения

Детали из пластмасс соединяются как непосредственно с помощью резьбовых пластмассовых деталей (втулки, трубы и т. п.), так и с помощью промежуточных элементов (винтов, болтов, шурупов).

Чаще применяются соединения с промежуточными деталями, причем резьбовые элементы выполняются как из металлов, так и из полимерных материалов.

Для соединения хрупких материалов применяются обычно соединения со сквозным винтом или болтом, при этом под головку винта и под гайку необходимо устанавливать предохранительные подкладки или шайбы. Высокопрочные материалы (стеклопластики, текстолит) допускается свинчивать без подкладок. Если винт ввинчивается в деталь из пластмассы, то глубина резьбового отверстия должна быть не менее 2,5 диаметра винта.

Расстояние от краев материала до оси винта должно быть не менее 3 диаметров винта.

Резьбовые соединения деталей из пластмассы непрочны, поэтому их часто упрочняют, применяя параллельное склеивание деталей.

6.5.4. Соединение пластмасс сваркой

Сваривать можно только термопластические материалы, которые размягчаются при повышенной температуре; в размягченном состоянии возможно их соединение.

В некоторых случаях при сварке пластмасс требуется наличие присадочного материала. В ремонтных органах могут применяться два вида сварки — газовая и контактная.

Процесс сварки термопластов состоит в том, что соединяемые детали, а при сварке с использованием присадочного материала — и присадочный пруток нагреваются до перехода в вязкотекучее состояние и при небольшом давлении соединяются между собой. При высоких температурах термопластические материалы начинают разлагаться и теряют механическую прочность и химическую стойкость. Поэтому при сварке нагрев материала должен быть возможно более кратковременным, а температура не должна превышать температуры разложения (или превышать ее на очень короткое время).

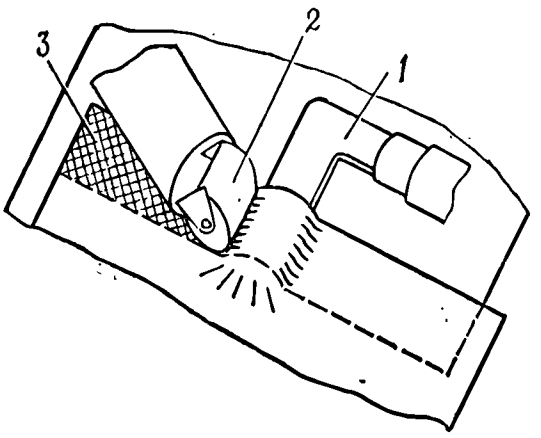


Рис. 37. Контактная сварка пластмасс:

1 — нагреватель (паяльник); *2* — прижимной ролик; *3* — сварочный шов

Диаметр присадочного прутка не должен превышать 4 мм, с тем чтобы его можно было быстро и равномерно прогреть по всему сечению.

Сварка пластмасс обычными газовыми горелками очень трудна, так как температура пламени достигает 2000°С и выше. При этой температуре пластмассы очень быстро разлагаются. В этом случае сварку можно производить только косвенным нагревом воздуха через металлическую стенку, нагреваемую пламенем горелки.

В некоторых случаях, например при повреждениях пластмассовых оболочек кабелей, рекомендуется производить сварку (пайку) пластмассы путем заплавки мест повреждения паяльником. Допускается использовать в качестве наплавляемого материала куски оболочки от аналогичного кабеля.

Контактная сварка в условиях ремонта может в основном применяться для сваривания тонких (пленочных) материалов. Сварку можно производить с помощью паяльника, утюга или другого нагревателя, нагретого до температуры 250—300°С. Наиболее удобно сваривать пленки, накладывая их друг на друга и сдавливая нагревателем. Во избежание прилипания пластиката к нагретому металлу между ними целесообразно проложить лист пергаментной бумаги (кальки). Если свариваемые поверхности загрязнены, протереть их перед сваркой ацетоном.

Один из способов контактной сварки с помощью паяльника показан на рис. 37. При этом пластикат нагревается нагрева-

телем (паяльником) *1*, который перемещается вдоль свариваемой линии. За нагревателем перемещается прижимной ролик *2*.

6.5.5. Склеивание пластмассовых, фарфоровых и других неметаллических изделий

Склеивание термопластических и термореактивных пластмасс принципиально отличается друг от друга. Поскольку термопласты обладают свойством растворимости, их склеивание может быть произведено за счет размягчения материала соответствующим растворителем. С этой целью тщательно очищенные и зашкуренные поверхности смазывают растворителем, после чего соединяют и подвергают небольшому сжатию. Чаще, однако, в качестве клея применяют не чистый растворитель, а раствор соответствующей пластмассы, что позволяет получить более надежную склейку. Например, органическое стекло склеивается 3—5% раствором опилок этого материала в муравьиной кислоте, ледяной уксусной кислоте, дихлорэтане.

Наилучшие результаты получаются с клеями на уксусной и муравьиной кислотах, которые дают схватывание шва за 10 мин. Прочность клеевого соединения около 120 кгс/см^2 *.

Полистирол склеивается раствором этого же материала в бензоле.

Склеиваемые детали выдержать в струбцинах или зажимах под давлением 1—4 кгс/см^2 в течение не менее 6 ч при комнатной температуре. При необходимости произвести механическую обработку. Склеенные детали после снятия давления следует выдержать 24 ч. Давление при склейке должно быть равномерным по всей склеиваемой поверхности и достаточным для выжимания пузырьков воздуха из клеевого слоя.

Из термопластов наиболее трудно склеивать полихлорвинидные пластмассы (винипласт, винилит и т. п.). Поэтому их обычно соединяют сваркой. В качестве клея для них может применяться 20% раствор перхлорвиниловой смолы в дихлорэтане. Следует иметь в виду, что при работе с большинством клеев необходимо соблюдать строгие меры предосторожности против попадания их на кожу и вдыхания паров растворителей.

Кроме клеев специальных для каждого вида пластмассы применяются также универсальные клеи. Наиболее часто они применяются при склеивании термореактивных пластмасс, которые не поддаются растворению. Эпоксидный и полиуретановый клеи и клеи типа БФ хорошо склеивают не только термореактивные, но и некоторые термопластические (органическое

* 1 кгс/см^2=98066,5 Па.

стекло) пластмассы, а также металлы, стекло, фарфор, дерево, картон, бумагу, фибру, кожу и т. п.

Марки клеев, их физико-механические показатели и технология применения приведены в приложении 22.

6.5.6. Восстановление деталей с помощью самотвердеющих пластмасс

Поврежденные пластмассовые и керамические детали, работающие при температуре не выше 100°С, могут быть восстановлены с помощью самотвердеющих пластмасс — стиракрила марок ТШ и АСТ-Т или норакрила.

Самотвердеющие пластмассы применяются при склеивании сломанных деталей, заделке раковин, пор, трещин, сколов, вмятин, пробоин, для формирования профиля и восстановления резьбы.

Для приготовления стиракрила смешать порошок и жидкость в весовом соотношении 1 : 0,75 для формования или в соотношении 1 : 1 для склеивания, заделки пор, трещин и т. п.

Полученную массу размешать стеклянной палочкой в течение 1—2 мин до получения однородной смеси. Смесь выдержать еще 1—2 мин, после чего она готова к употреблению.

Для приготовления норакрила смешать равные объемы жидкостей № 1 и 2. Затем смешать порошок с полученной жидкостью в весовом соотношении 2 : 1 для формования деталей и 1,5 : 1 для склеивания, заделки пор, трещин и т. п.

Так как время отверждения стиракрила 20—30 мин, а норакрила 7—15 мин, то готовить пластмассу следует небольшими порциями.

Работы проводить в проветриваемом или хорошо вентилируемом помещении.

Поверхности деталей, подлежащие восстановлению, обезжирить и очистить от загрязнений тампоном, смоченным бензином Б-70 или ацетоном, и просушить в течение 15—20 мин при комнатной температуре.

Нанести стиракрил на ремонтируемые места и с помощью скальпеля произвести формовку детали до получения требуемого профиля, а также заделку пор, трещин, раковин и т. п. Для восстановления резьбового отверстия рассверлить его по диаметру на 2—4 мм. Если отверстие сквозное, то для предотвращения вытекания стиракрила отверстие закрыть пробкой, крышкой или залепить пластилином. По резьбе винта прогнать плашку, зачистить резьбу от заусенцев и смазать парафином. Вставить винт в отверстие по центру и в зазор залить приготовленную смесь (рис. 38, *а*). Если конструкция позволяет установить винт меньшего диаметра, то сорванную резьбу отверстия можно не удалять, а достаточно обезжирить ее, установить в отверстие винт и залить его смесью (рис. 38, *б*).

При склеивании деталей стиракрил нанести на обе поверхности сплошным равномерным слоем и скрепить детали с помощью тисков, струбцин или других приспособлений. Излишки смеси удалить скальпелем.

При сдавливании склеиваемых поверхностей обеспечить равномерное давление 0,2—0,3 кгс/см^2. При этом следить, чтобы не было перекосов и сдвигов.

Отверстия (пробоины) ремонтировать, как показано на рис. 39.

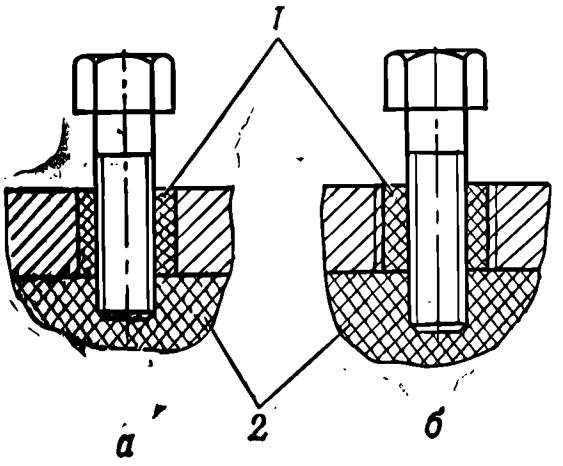


Рис. 38. Ремонт резьбовых соединений с помощью самотвердеющих пластмасс:

а — с рассверливанием резьбового отверстия; *б* — без рассверливания резьбового отверстия (установка винта меньшего диаметра); *1* — пластмасса; *2* — пластилин

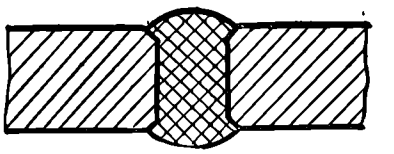


Рис. 39. Устранение пробоин с помощью самотвердеющих пластмасс

При формовке профилей для придания необходимой формы рекомендуется пользоваться плотной бумагой типа ватмана, жестью и т. п.; плоскости, образующие форму детали, следует изолировать от прилипания смеси, для чего смазать их расплавленным парафином или силиконовым маслом.

Смесь не должна попадать на контактные соединения, на резьбу и трущиеся поверхности. После склеивания или формовки деталей выдержать их при нормальной температуре 12—15 ч. Не ранее чем через 24 ч произвести доводку деталей до требуемой формы путем механической обработки (опиливанием, сверлением, шлифованием).

По окончании работы руки вымыть с мылом.

Курить и пользоваться огнем при работе запрещается.

6.6. РЕМОНТ ДЕРЕВЯННЫХ ДЕТАЛЕЙ

6.6.1. Общие указания

В деревянных деталях не допускаются трещины, сколы и пробоины, нарушающие прочность деталей, а также значительные вмятины.

Отдельные трещины, местные сколы и другие дефекты допускаются в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

Поврежденные места деревянных деталей ремонтировать путем постановки вклеек на клей ВИАМ-Б3, который хорошо склеивает промасленную древесину, дает прочный шов, водоупорен и не поражается грибками. При отсутствии клея ВИАМ-Б3 постановку вклеек допускается производить на казеиновом клею «Экстра» (В-107), который хорошо склеивает непромасленную древесину, дает прочный шов, устойчивый к атмосферным и температурным колебаниям; допускается применение и других клеев (приложение 22).

Склеивание промасленной древесины казеиновым клеем не допускается.

Для постановки вклейки необходимо разделать вырез для вклейки детали, изготовить вклейку, подогнать ее по месту, поставить ее на клею в вырез и обработать, при этом длина выреза для вклейки в детали, а также длина вклейки выбирается в зависимости от величины трещины или скола и должна быть в пределах, указанных на рисунках эксплуатационной документации.

Допускается постановка вклеек в любом месте деталей по аналогии с вклейками, предусмотренными эксплуатационной документацией; при отсутствии особых указаний в эксплуатационной документации количество вклеек в деталях не ограничивается. Кроме того, допускается заделка вмятин, сколов, несквозных трещин замазкой, приготовленной из смеси казеинового клея с древесной пылью.

Обработку вклеек при отсутствии в эксплуатационной документации размеров производить заподлицо с основной поверхностью деталей.

Для изготовления вклеек (пробок) могут быть использованы бракованные (негодные) детали или дерево той же породы, из которой изготовлена деталь; допускается постановка вклеек и из других твердых лиственных пород (березы, клена, вяза, дуба и бука).

Указания по ремонту деревянных деталей стрелкового оружия даны в части 3 настоящего Общего руководства.

6.6.2. Ремонт деревянных ручек

Сколы, выколы, вмятины, а также трещины, не нарушающие прочности детали, не искажающие внешний вид и не препятствующие удобству работы, допускаются.

Острые края сколов и выколов зачистить стеклянной шкуркой; при возможности эти места заделать замазкой.

При трещинах более $^1/_4$ длины детали заполнить трещину клеем и стянуть деталь шпагатом; после высыхания шпагат снять.

При сколах и выколах более допустимых изготовить по месту вклейку и приклеить ее; после высыхания вклейку обработать.

Тонкостенные полые деревянные ручки с продольными трещинами разрешается укреплять металлическими кольцами шириной 5—7 мм, закрепляемыми на торцах ручек.

Новые ручки разрешается изготовлять из твердых пород древесины, сосны или из пластмасс (гетинакса, текстолита) темных цветов.

6.6.3. Устранение шаткости металлической арматуры на деревянных деталях

Шаткость закрепленной арматуры на деревянных деталях не допускается.

При шаткости подтянуть (довинтить) винты или шурупы; при наличии свободных отверстий в арматуре поставить дополнительные винты, шурупы или гвозди.

Если шаткость указанным способом не устраняется, то отделить арматуру, рассверлить отверстие под винты (шурупы или гвозди) сверлом диаметром на 6—8 мм больше диаметра винта на глубину, превышающую длину шурупа на 2—5 мм (или насквозь для винта); изготовить деревянную пробку по диаметру просверленного отверстия, вставить ее на клею в отверстие и обработать заподлицо с поверхностью деревянной детали, затем по отверстиям в арматуре просверлить отверстия в пробке для винтов на 1 мм менее диаметра винта, для шурупов — на $^1/_2$ диаметра шурупа и не более $^3/_4$ длины шурупа; для гвоздей отверстия не сверлить. Закрепить арматуру шурупом (винтом, гвоздем) на деревянной детали.

У тонкостенных деталей под металлическую арматуру поставить и укрепить шурупами деревянные прокладки; подкладки разрешается ставить и с противоположной стороны детали, если они не ухудшают внешний вид изделия и не препятствуют нормальной работе.

Во всех случаях на тонкостенных деревянных деталях металлическую арматуру разрешается крепить винтами с гайками и металлическими шайбами.

6.6.4. Ремонт деревянной арматуры в укладочных и укупорочных ящиках

Деревянная арматура в укладочных и укупорочных ящиках должна быть чистой и надежно закреплять уложенное в ящик имущество. Отслаивание войлока и других прокладочных материалов не допускается. Несквозные трещины, сколы и вмятины на арматуре допускаются, если они не влияют на прочность арматуры и надежность крепления уложенного в ящик имущества.

Трещины ремонтировать, заполняя их клеем, после чего дополнительно скрепить детали гвоздями (шурупами); сколы

и выколы на деталях ремонтировать замазкой или постановкой вклеек.

Шаткость деталей деревянной арматуры, закрепленной гвоздями, шурупами или клеем, не допускается; при качке подтянуть шурупы, забить дополнительные гвозди или приклеить арматуру. При срыве гнезд под шурупы поставить пробки.

Войлочные, тканевые и другие наклейки на деревянных деталях должны быть чистыми, без порывов и отслоений.

Загрязненные места протереть ветошью, промыть водой или протереть растворителем и высушить.

Порванные наклейки заменить или зашить, отклеенные места подклеить; войлочные детали после подклейки разрешается дополнительно укреплять мелкими гвоздями, так чтобы головки гвоздей не касались укладываемых (закрепляемых) деталей.

Негодные детали деревянной арматуры, войлочные и другие наклейки заменить изготовленными по образцу. Новые наклейки пропитать противомольным составом (раствор нафталина ГОСТ 16106—70 в очищенном скипидаре ГОСТ 1571—76; на 1 л скипидара 120 г нафталина; для приготовления состава нафталин растворить в скипидаре в течение 8 ч, периодически перемешивая; раствору дать отстояться и слить его с осадка).

6.6.5. Устранение щелей и трещин в специальной деревянной укупорке

Специальная деревянная укупорка с ограниченным обменом воздуха, предназначенная для хранения вооружения или ЗИП к нему, не должна иметь щелей между досками и трещин в досках, а также зазоров между корпусом ящика, крышкой и дном.

Щели между досками заделывать шпатлевкой (замазкой) ГОСТ 10277—76 и постановкой тонких деревянных реек на клею и дополнительным креплением их гвоздями.

Трещины досок заполнить клеем и укрепить треснувшие доски дополнительными гвоздями; при необходимости ставить рейки, как и при заделке щелей.

Зазоры между корпусом ящика и дном устранять подтяжкой шурупов и постановкой дополнительных гвоздей (шурупов).

Зазоры между крышкой и корпусом ящика устранять строжкой или постановкой реек, а также наклейкой губчатой резины по всему периметру корпуса ящика.

Сколы на краях верхних досок ящика устранять постановкой вклеек на клею с дополнительным укреплением их гвоздями.

6.7. РЕМОНТ УПЛОТНЕНИЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

В настоящем подразделе описан ремонт уплотнений общего назначения, не входящих в гидравлические и пневматические устройства.

Ремонт уплотнений для гидравлических и пневматических устройств описан в разд. 10.

Бывшие в употреблении сальники перед повторным использованием промыть:

войлочные, тканевые, резиновые и синтетические — в теплой воде (70—100°С) и просушить на воздухе;

кожаные — в штатной для данной сборочной единицы жидкости, нагретой до 45—50°С; после промывки протереть их чистой ветошью и просушить при комнатной температуре (в течение 1,5—2 ч);

картонные — в растворителе типа уайт-спирита и просушить на воздухе.

Разорванные сальники из войлока и тканей диаметром более 30—40 мм сшить нитками встык или внахлест, сальники диаметром менее 30—40 мм заменить новыми.

Разорванные картонные и бумажные прокладки заменить новыми.

Перед постановкой уплотнителей (сальников) пропитать их штатной для данного узла (сборки) жидкостью или смазкой при комнатной температуре, а войлочные сальники пропитать составом, указанным в приложении 23.

6.8. РЕМОНТ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЖИ И ТКАНИ

Разрывы, вырывы, трещины в швах, обрывы завязок и загрязнения изделий, изготовленных из тканевых материалов (брезент и др.), а также их частичное разрушение не допускаются.

При разрывах стянуть нитками края разорванной ткани впритык и поставить усиливающую накладку (заплату), пришив ее с обеих сторон разрыва и по периметру накладки.

При вырывах изготовить накладку так, чтобы она перекрывала края разрыва не менее чем на 30 мм, приметать накладку, подогнуть края вырыва и пришить накладку по периметру вырыва; подогнуть края накладки и пришить ее по периметру. Количество накладок не ограничивается.

Трещины в швах прошить.

Загрязненные тканые изделия выварить в содовом растворе, применяемом для стирки белья, выстирать и высушить.

Оборванные завязки заменить новыми, изготовленными по образцу.

Оборванные металлические крепежные детали заменить. При разрушении части тканого изделия вырезать негодную часть и поставить заплату, как и при устранении вырыва.

Если необходимо поставить новую заплату впритык к старой или на старую заплату, то сначала надо удалить старую, а затем поставить новую общую заплату.

Ремонт тканевых изделий производить теми сортами ниток, которыми сшито ремонтируемое изделие. Во всех случаях разрешается применять суровые (льняные) нитки.

Изношенные кожаные ремни на чехлах допускается заменять ремнями из ременной хлопчатобумажной тесьмы с пятистенной пряжкой.

На пряжках ремней допускается нарушение противокоррозионных покрытий. Ржавчина на пряжках и приподнятый металл должны быть зачищены.

7. РЕМОНТ ТИПОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ И ДЕТАЛЕЙ

7.1. РЕМОНТ ЗУБЧАТЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

В тех случаях, когда при проверке изделия или его составных частей будет выявлено, что фактические величины мертвых ходов механизмов превышают величины, допускаемые частными руководствами, или заметен износ зубьев шестерен, зубьев червячного колеса и ниток червяка, необходимо измерить толщину зубьев и шестерен, зубьев червячного колеса и ниток червяка.

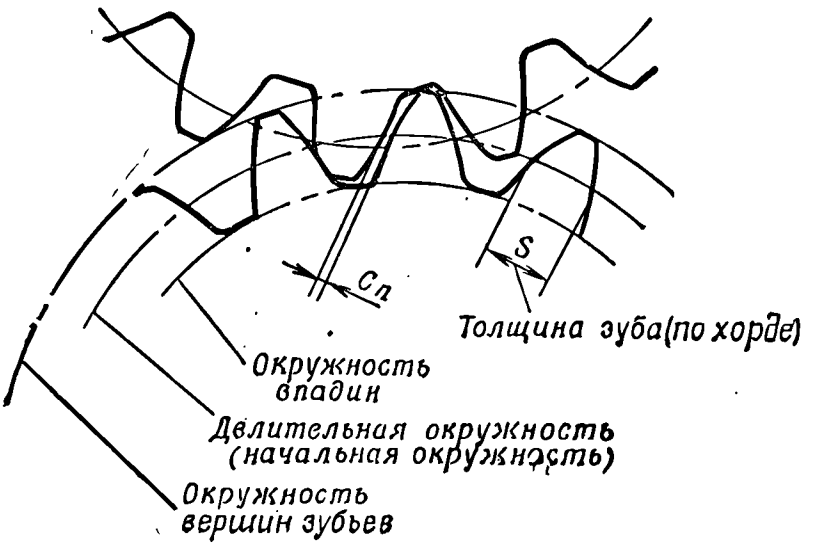


Рис. 40. Элементы зубчатого зацепления:
C_n — боковой зазор

Измерение толщины зубьев (ниток червяка) производить штангензубомером (рис. 40) для двух-трех зубьев, расположенных по окружности под углом 120°. За толщину зубьев принимать среднее арифметическое этих трех замеров.

Величину бокового зазора *Cn* измерять щупом или прокатыванием между зубьями передачи свинцовой пластинки. В последнем случае величину бокового зазора определять следующим образом:

свинцовую пластинку толщиной, превышающей возмож-

ный зазор в передаче, заложить между боковыми поверхностями зубьев;

проворачивая зубчатую передачу, обжать пластинку и вынуть ее, измерить наименьшую толщину пластинки; этот размер и определяет величину бокового зазора.

Величину бокового зазора конических передач определять, как и в цилиндрических передачах, щупом или путем обжима свинцовой пластинки, толщину которой измерить микрометром.

При увеличенных зазорах между зубьями конических колес зацепление можно регулировать путем некоторого смещения колес вдоль вала регулирующими гайками или прокладными кольцами.

Смещение производить до положения, соответствующего наилучшим условиям зацепления.

Если увеличенный зазор таким способом не устраняется, то обе шестерни подлежат замене.

Намины, забоины и задирины на рабочих поверхностях зубьев удалить личным напильником или шабером, снимая приподнятый металл и не допуская искажения профиля зубьев.

Поврежденные зубья цилиндрических и конических шестерен, секторов и реек ремонтировать, как указано в приложении 26, руководствуясь при этом следующим:

а) Наплавкой ремонтировать:

зубья высотой до 10 мм включительно — при любом повреждении зубьев;

зубья высотой более 10 мм — при изломе более половины высоты зуба или при изломе по всей высоте, но не более половины длины зуба.

б) При изломе зубьев цилиндрических шестерен и секторов с высотой зуба более 10 мм на величину более половины высоты и длины зуба ремонт зубьев производить постановкой вставок (штырей), которые затем приварить.

Ремонт постановкой вставок производить при изломе одного или нескольких рядом расположенных зубьев.

Отремонтированные и правильно собранные зубчатые передачи должны удовлетворять следующим требованиям:

боковой зазор в зацеплении и контакт (полнота прилегания) зубьев не должны превышать величин, допускаемых частными руководствами; схемы определения контакта зубьев указаны в табл. 7;

шум нормально работающих зубчатых колес (без нагрузки) должен быть без ударов, ровным и слабым;

включение и выключение шестерен механизмов передач должны производиться плавно, без заеданий;

во время работы не допускается самопроизвольное смещение шестерен; ощущение незначительных толчков (дробление) зубьев шестерен допускается;

Таблица 7

Вид передачи	Определение процента пятна (отпечатка контакта)	№ рисунка
Цилиндрическая	Нормы пятна (отпечатка) контакта определяются относительными размерами контактного пятна (в процентах): а) по длине зуба — отношением расстояния между крайними точками следов прилегания за вычетом разрывов, превышающих величину модуля в мм, к полной длине зуба $\left(\frac{a-c}{B}\ 100\%\right)$ б) по высоте зуба — отношением средней высоты пятна прилегания по всей длине зуба к рабочей высоте зуба $\left(\frac{h_{ср}}{h_з}\ 100\%\right)$	41
Коническая	в) по длине зуба — отношением расстояния между крайними точками следов прилегания к полной длине зуба $\left(\frac{a-c}{B}\ 100\%\right)$ г) по высоте зуба — отношением высоты пятна прилегания в средней ее части по длине зуба к соответствующей активной высоте зуба $\left(\frac{h}{ha}\ 100\%\right)$	42

механизм переключения должен действовать безотказно, без применения таких приемов, как поддержание одних рычагов при переводе других и т. п.;

в корпусах и кожухах закрытых передач не должно быть просачивания смазки.

Ремонт постановкой штырей или ввертышей (приложение 26) производить при изломе одного зуба или если конструктивные особенности детали не позволяют произвести ремонт постановкой вставки.

Для обеспечения плавного зацепления там, где это необходимо, произвести приработку зубчатой передачи с применением шлифовальных порошков и паст ГОИ ТУ 6-10-988—70.

Приработку червячных передач и зубчатых передач прицелов и других точных механизмов производить только с приме-

нением пасты ГОИ. Приработку зубчатых передач после ремонта производить так, как указано в приложении 9.

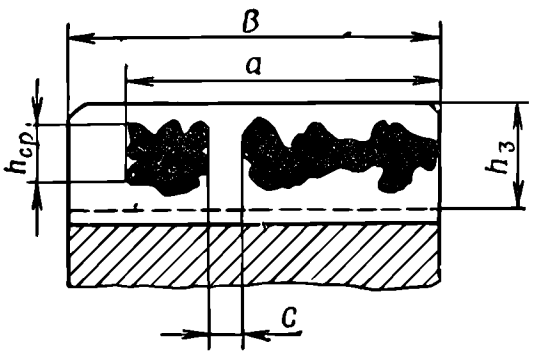


Рис. 41. Схема проверки пятна контакта зубьев цилиндрической передачи

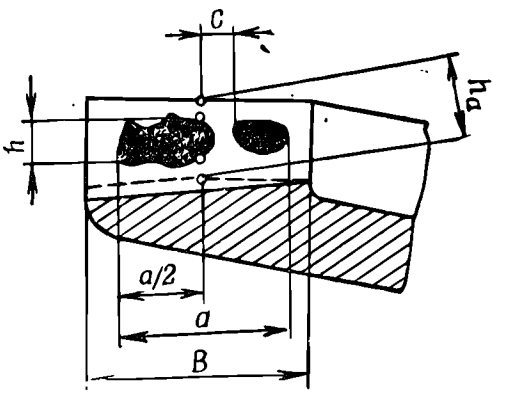


Рис. 42. Схема проверки пятна контакта зубьев конической передачи

7.2. РЕМОНТ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

К резьбовым соединениям предъявляются следующие основные требования:

на витках резьбы не должно быть смятия, задирин и других дефектов, препятствующих навинчиванию или свинчиванию деталей;

свинчивание и навинчивание деталей должны производиться плавно, без заеданий;

если в частных руководствах нет особых указаний, то величина срыва резьбы на участке свинчивания с сопряженной деталью (длина соприкосновения поверхностей болта и гайки, измеренная вдоль оси резьбы) не должна превышать указанных ниже величин (в процентах от длины свинчивания):

а) 5% — для резьб, соединяющих основные детали изделий;

б) 10% — для резьб, испытывающих значительные переменные и динамические осевые нагрузки (резьбы крепления штоков и контрштоков, корпусов сальников компенсаторов, цилиндров и крышек гидропневматических устройств; резьбы деталей автоматики; резьбы деталей тяговых устройств; концевые резьбы осей хода, винтов упора и т. п.);

в) 25% — для резьб, не испытывающих значительных переменных и динамических осевых нагрузок (резьбы крепления валиков, осей, засовов и т. п.).

В резьбовых соединениях, где срыв резьбы допускается на величину 10 и 25% длины свинчивания, первый заходный виток не учитывается. Срыв этого витка допускается полностью.

На нерабочей части резьбовых сопряжений срыв резьбы допускается, если он не препятствует навинчиванию и свинчиванию деталей.

При дефектации изделий определять осевую шаткость только таких резьбовых соединений, которые указаны в частных руководствах. Для определения величины осевой шаткости оттянуть гайку в одну сторону и в таком положении нанести риску на винте у торца гайки, затем отжать гайку в другую сторону и нанести вторую риску, как указано выше; переместить гайку и измерить расстояние между рисками (т. е. величину осевой шаткости).

Более точно осевую шаткость можно определить индикатором, подведя его к торцу или бурту гайки. Проверку осевой шаткости производить на нескольких участках резьбового соединения.

Осевую шаткость можно также определять на собранном механизме как разность величин зазоров между деталями резьбового соединения или жестко связанными с ним деталями при оттягивании одной из деталей винтового соединения в одну и другую сторону.

Резьбовые соединения, имеющие увеличенные осевые шаткости, ремонтировать способами, указанными в частных руководствах.

Поврежденные резьбы, о ремонте которых в частных руководствах нет никаких указаний, ремонтировать, если это позволяет конструкция, следующими способами:

1. Забитую наружную резьбу исправить плашкой, трехгранным личным напильником, надфилем или шабером, а внутреннюю — метчиком или шабером крючкообразной формы, заточенным по профилю резьбы; изогнутые концы витков крупных резьб выправить и зачистить.

2. Срыв резьбы ремонтировать одним из следующих способов:

а) на деталях с сорванной резьбой в допустимых пределах поврежденные витки резьбы зачистить до полного удаления приподнятости металла, а острые кромки притупить для устранения возможности заедания резьбы при навинчивании и свинчивании;

б) при срыве резьбы в отверстиях деталей допускается рассверливать отверстия под резьбу ближайшего большего диаметра (приложение 21) и нарезать метчиком новую резьбу большего диаметра;

в) при срыве резьбы в отверстиях для стопорных винтов новые отверстия сверлить и нарезать в сборке после регулировки механизма (если это требуется) по имеющимся отверстиям в наружной детали или в новом месте, смещая отверстие по окружности детали относительно старого отверстия; размеры (диаметр, шаг резьбы и глубина) нового резьбового отверстия должны соответствовать размерам прежнего резьбового отверстия;

г) сверлить и нарезать резьбовое отверстие в новом месте; старое отверстие заглушить;

д) раззенковать резьбовое отверстие на конус под заварку (рис. 43), заварить, просверлить и нарезать метчиком резьбу нормального размера;

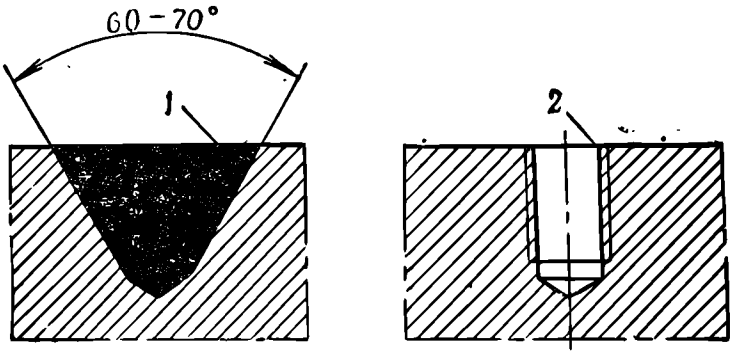


Рис. 43. Ремонт сорванной резьбы:
1 — заварка отверстия; *2* — нарезка резьбы

е) поставить вставную втулку (рис. 44), для чего:

рассверлить отверстие для вставной втулки; диаметр отверстия под втулку должен быть не менее 1,5 диаметра ремонтируемого резьбового отверстия;

изготовить вставную втулку и подогнать ее по отверстию с натягом так, чтобы она входила в отверстие под действием легких ударов молотка;

поставить на место вставную втулку, засверлить углубления для заварки и приварить втулку в трех точках;

припилить втулку и места приварки заподлицо с основной деталью;

просверлить во втулке отверстие под резьбу и нарезать резьбу нормального размера;

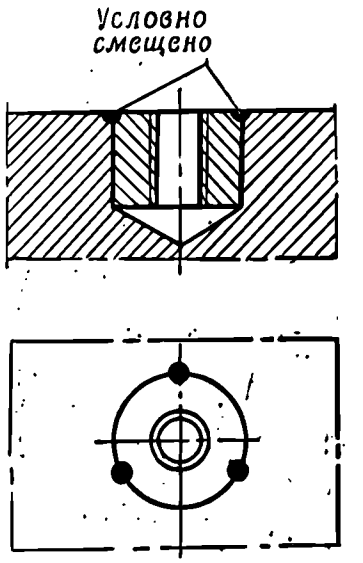


Рис. 44. Постановка втулки при ремонте сорванной резьбы

ж) отремонтировать резьбу путем наплавки с последующей обработкой по размерам сопряженной детали, для чего:

сточить сорванную резьбу до основания (наружные резьбы, не воспринимающие динамических нагрузок, перед наплавкой разрешается не удалять, но резьба должна быть тщательно очищена от грязи, смазки и ржавчины);

наплавить слой металла с припуском на обработку (выбор электрода согласно приложению 10);

проточить наплавленный участок и нарезать резьбу по сопряженной детали (ремонт резьбы наплавкой производить в том случае, если это не вызовет недопустимого снижения прочности или коробления детали);

з) перенарезать резьбу до получения полного профиля резьбы; перенарезку резьбы резцом производить в такой последовательности:

обточить резьбу до вывода рванин у сорванных ниток, снимая минимальный слой металла; обточку производить до диаметра, указанного в частных руководствах;

заточить на требуемый профиль резец для углубления канавки для выхода резца;

углубить канавку для выхода резца, указанного в частном руководстве;

заточить на требуемый угол резец для перенарезки резьбы по шаблону или резьбомеру;

установить резец перпендикулярно оси резьбы;

углубить оставшуюся резьбу до получения полного профиля, сохраняя прежний шаг; профиль и шаг резьбы проверять резьбомером.

При перенарезке резьбы в основной детали резьбу сопряженной детали ремонтировать наплавкой или постановкой вставной втулки или изготовить деталь, пригнав ее резьбу по основной детали.

Перенарезку резьбы производить только в тех случаях, если при получившейся толщине стенок отверстия или толщине детали по наименьшему сечению в месте перенарезки резьбы может быть обеспечена дальнейшая надежная работа детали;

и) отрезать конец детали с поврежденной резьбой и нарезать на том же конце резьбу по размерам исправной детали.

Данный способ применим только в случаях, если укороченная деталь достаточно прочна и если обеспечиваются нормальная работа детали (механизма) и ее крепление.

Предельно допустимые величины уменьшения или увеличения диаметра резьб при ремонте указаны в частных руководствах.

7.3. РЕМОНТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В неподвижных шпоночных соединениях шаткость детали на шпонке не допускается.

В подвижных шпоночных соединениях величина шаткости не должна превышать пределов, указанных в частных руководствах.

Величину шаткости (зазор) в подвижных шпоночных соединениях определять как разность средних значений ширины шпоночной канавки и шпонки, а также с помощью щупа или путем поворота деталей относительно друг друга. При определении шаткости поворотом детали следует повернуть одну из деталей до отказа в одну сторону и отметить это положение общей риской на обеих деталях. Затем повернуть деталь в другую сторону и нанести вторую риску. Измерить расстояние

между рисками — это расстояние и будет величиной шаткости.

Размеры шпоночных канавок измерять штангенциркулем.

Если ширина шпоночной канавки больше предельной (табл. 8), восстановить ее наплавкой с последующей обработкой до нормального размера фрезерованием или слесарным способом. Разрешается делать также новую канавку, смещенную по отношению к старой на 90 или 120°.

Таблица 8

Диаметр валика (свыше и до), мм	Нормальная ширина шпоночной канавки, мм	Допускаемая ширина канавки при расчистке, мм
10—14	4	5
14—18	5	6,5
18—24	6	8
24—30	8	10
30—36	10	12
36—42	12	14
42—48	14	16
48—55	16	19
55—65	18	22
65—90	20	24

Новые шпоночные канавки на валах изготовлять:

а) слесарным способом: произвести разметку, высверлить основную массу металла, подлежащего удалению; остатки металла вырубить крейцмейселем и зачистить напильником;

б) нарезанием шпоночной фрезой, закрепленной на фрезерном приспособлении; приспособление при нарезании шпонки установить на токарно-винторезный станок.

Параллельность шпоночной канавки геометрической оси вала проверять рейсмусом на разметочной плите.

Грани и боковые поверхности шпоночных канавок, имеющие забоины, вмятины, отдельные царапины и риски, удалять личным напильником или шабером.

7.4. РЕМОНТ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Требования, предъявляемые к шлицевым соединениям, и способы определения шаткости такие же, как и для шпоночных соединений (подразд. 7.3).

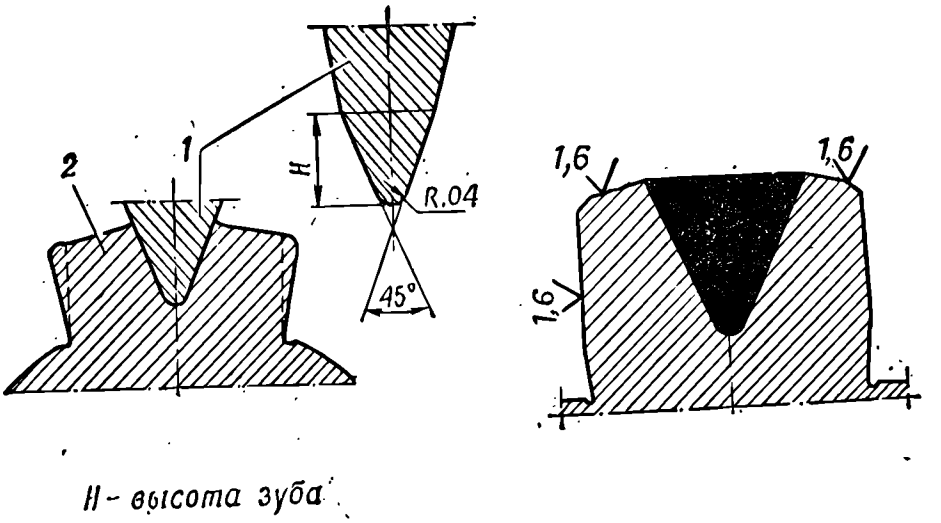
Кроме того, в подвижных шлицевых соединениях перемещение сопрягаемой детали на валу должно быть легким, без рывков и заеданий.

Легкость скольжения деталей по шлицам вала проверяется следующим образом:

вал с сопряженной деталью ставят вертикально на деревянную подставку;

скольжение детали массой 2 кг и более должно начинаться без приложения усилий извне, а к более легким деталям добавить недостающий груз в виде колец.

Если шлицевой вал термически не обработан или обработан, но имеет твердость не более 25 RC, то шаткость в шлицевом соединении устранять следующим способом:



H – высота зуба

Рис. 45. Схема восстановления изношенных шлицевых участков вала:
1 — зубило; *2* — деталь

заточить зубило так, как показано на рис. 45; рабочая часть зубила должна иметь твердость 56—58 RC;

положить шлицевой вал на медную подкладку и, ударяя по зубилу, раздать зубья в средней части по всей длине; расчеканку зубьев производить несколькими проходами на глубину не менее 0,8 высоты зуба до увеличения ширины зуба на требуемый размер с учетом необходимого припуска на обработку;

в образованные желоба наплавить металл, форму шлица выправить по гребню и боковым поверхностям личным напильником до обеспечения требуемого сопряжения с охватываемой деталью;

снять напильником приподнятый металл на гребне зуба и обработать вал по боковым поверхностям зубьев до обеспечения требуемого сопряжения с охватывающей деталью.

Взаимную пригонку деталей шлицевого соединения производить при таком их расположении относительно друг друга, которое необходимо при сборке деталей. При этом постановка деталей на любой шлиц не обязательна.

При сборке шлицевых соединений, отремонтированных указанным выше способом, обращать внимание на состояние внешних фасок и закругление внутренних углов шлицев (они должны соответствовать форме фасок и углов исправных шлицев).

7.5. РЕМОНТ СОЕДИНЕНИЙ КВАДРАТОВ И МНОГОГРАННИКОВ

Шаткость в соединениях квадратов и многогранников не допускается.

Если шаткость имеется, устранять ее следующим способом:

зачистить отверстие, сняв минимальный слой металла, до удаления следов выработки;

наплавить слой металла на грани сопрягаемой детали и пригнать грани по отверстию с требуемой посадкой; при этом постановка деталей на любую грань не обязательна.

После ремонта зафиксировать взаимное расположение деталей.

7.6. РЕМОНТ ШТИФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Шаткость в штифтовых соединениях не допускается.

Изношенные отверстия для цилиндрических штифтов рассверлить и обработать разверткой ближайшего размера (приложение 21). Отверстия под конические штифты обработать разверткой с конусностью 1 : 50, сняв минимальный слой металла, до удаления следов выработки.

Изготовить конический штифт по размерам отверстия. Изготовить цилиндрический штифт с посадкой Пр 13 (приложение 8).

Развертывание отверстий под штифты увеличенного диаметра производить вместе с сопрягаемыми деталями.

Если диаметр отверстия под штифт увеличен на бóльшую величину, чем указано в частном руководстве, то просверлить отверстие в новом месте так, чтобы оно не пересекало старое отверстие и чтобы не нарушались прочность и взаимодействие деталей, развернуть его под нормальный размер штифта и запрессовать штифт. Старое отверстие заглушить.

Указания по штифтованию деталей изложены в подразд. 4.3.

7.7. РЕМОНТ ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Заклепочные соединения проверять наружным осмотром и постукиванием по головкам заклепок молотком. Дребезжащий звук при обстукивании указывает на шаткость заклепок.

При шаткости или срыве головок заменить заклепки. При замене негодных заклепок разрешается там, где это возможно, увеличивать отверстия под ближайший диаметр заклепки (приложение 18).

В местах, труднодоступных для клепки, допускается ставить вместо отдельных негодных заклепок болты, гайки которых должны быть надежно застопорены. Разрешается также подтяжка отдельных ослабленных заклепок.

Удаление негодных заклепок и клепальные работы производить, как указано в приложении 18.

7.8. РЕМОНТ СОПРЯГАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСЕЙ (ВАЛОВ) С ОТВЕРСТИЯМИ В ДЕТАЛЯХ (ВТУЛКАХ)

Сопрягаемые поверхности валов и осей с втулками или с отверстиями в деталях подлежат ремонту, если разность диаметров сопрягаемых деталей (зазор) превышает предел, установленный в необходимых случаях частным руководством для данного сопряжения.

Измерение диаметров сопрягаемых деталей производить в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в двух (трех) сечениях. За величину диаметра принимать среднее арифметическое значение этих четырех (шести) измерений.

В сопряжениях деталей, имеющих овальность в результате износа, там, где это требуется частным руководством, зазор определять как разность наибольшего диаметра отверстия и наименьшего диаметра вала, измеренных на рабочем участке сопряжения.

При нарушении посадок осей в узлах вооружения вследствие износа отверстий подбирать оси с повышенными размерами из ЗИП или изготавливать их по рисункам, помещенным в частных руководствах.

Работы по ремонту сопрягаемых поверхностей валов и осей с втулками или с отверстиями в деталях выполнять согласно указаниям частных руководств с соблюдением следующих требований:

валы (оси), которые имеют изгиб, перед наплавкой изношенных поверхностей выправить; наплавку производить с обеспечением необходимого припуска на последующую обработку; после наплавки проверить прямолинейность валов (осей) и, если необходимо, выправить деталь так, чтобы при установке на токарном станке биение на исправных, точно обработанных участках не превышало предела, указанного в частном руководстве; после правки валы (оси) проверить на отсутствие трещин;

при обточке наплавленных поверхностей валов (осей) должна быть строго сохранена правильная форма галтелей, для чего применять резцы соответствующего профиля;

развертывание отверстий во втулках и деталях производить разверткой ближайшего диаметра по ГОСТ или раздвижной разверткой, снимая минимальный слой металла, если в частном руководстве не указаны размеры, по которым необходимо развертывать отверстия;

чистовую расточку отверстий или обточку вала (оси) производить широким отделочным резцом; после обточки рабочую поверхность вала, там, где это требуется, шлифовать с помощью жимков (рис. 46), выемки которых обтягивать кожей или вставлять в них шлифовальную шкурку, смазанную веретенным маслом; масленку на жимках заполнять пастой ГОИ, раз-

веденной машинным маслом; жимки изготовлять шириной меньше половины длины оси (вала);

смазочные канавки во втулках делать, строго выдерживая форму, размеры и месторасположение их в соответствии с рисунками частных руководств или по образцу; прямолинейные канавки строгать расточным резцом на токарном станке, пере-

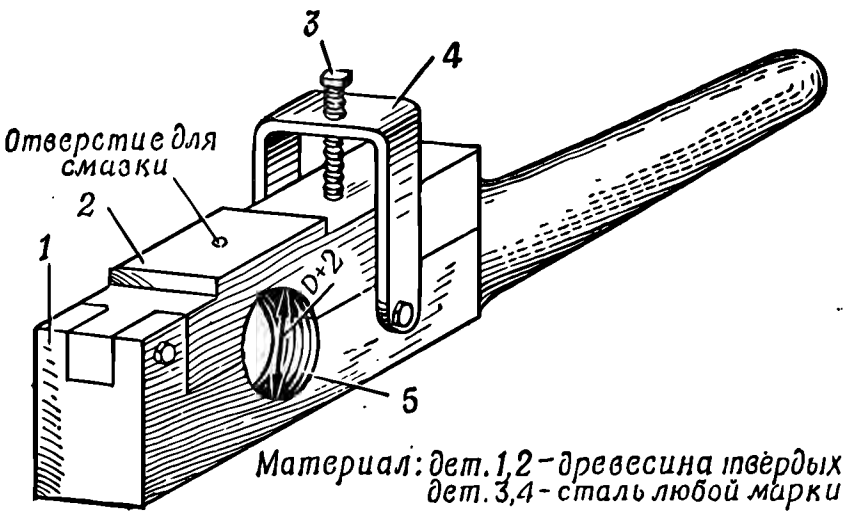
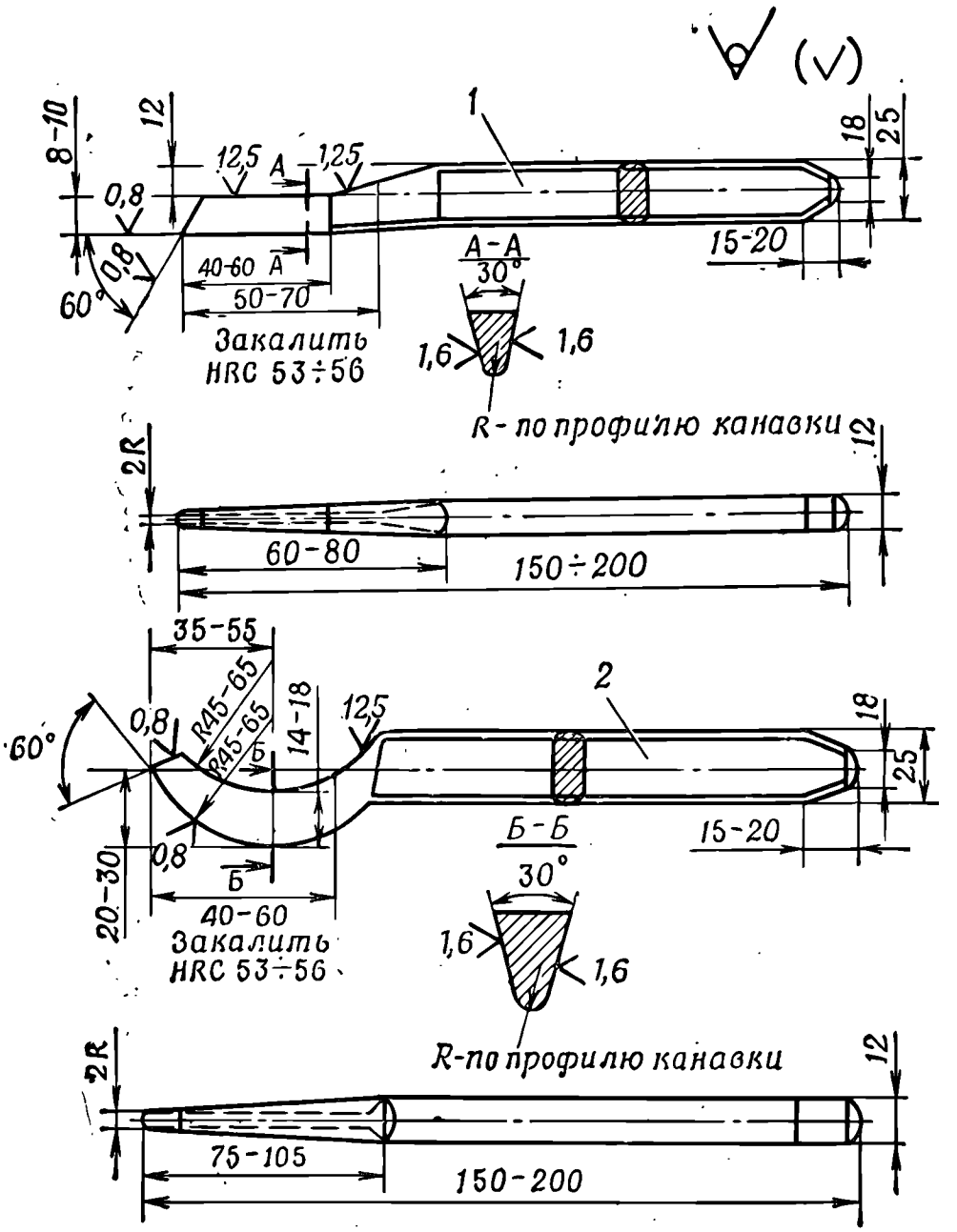


Рис. 46. Жимки для полировки валов:
1 — корпус рукоятки; *2* — откидная планка; *3* — зажимной винт; *4* — скоба; *5* — кожа или шлифовальная шкурка

мещая суппорт вдоль линии центров станка; если таким способом канавку обработать нельзя, то прорубить ее канавочником (рис. 47); после обработки канавок снять шабером приподнятый металл по краям канавок; новые канавки прочистить ершом, смоченным бензином, и продуть сжатым воздухом;

запрессовку втулок производить ударами молотка или кувалды по специальной оправке (рис. 48); вначале (примерно на 0,3 длины сопряжения) запрессовку производить так, чтобы не вызвать перекоса деталей; перед запрессовкой детали смазать; после запрессовки проверить, нет ли деформации или разрушения сопряженных деталей (выпучивания металла, трещин и т. д.) или шаткости втулок в местах посадки; шаткость проверять с помощью молотка, слегка постукивая им по втулкам (указанные дефекты не допускаются); в запрессованной втулке в случае необходимости просверлить через отверстие в корпусе отверстие для смазки; проверить, сопряжена ли втулка с валом, и при необходимости произвести пригонку, обеспечив требуемую посадку.

Если нет материала для изготовления втулок, то отремонтировать изношенные втулки в соответствии с указаниями приложения 28.



Материал: сталь У7А ГОСТ 1435-74.
Размеры подбирать по втулке

Рис. 47. Канавочники:
1 — прямой; *2* — изогнутый

7.9. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Перед проверкой подшипников тщательно промыть их в целях очистки от смазки и загрязнений.

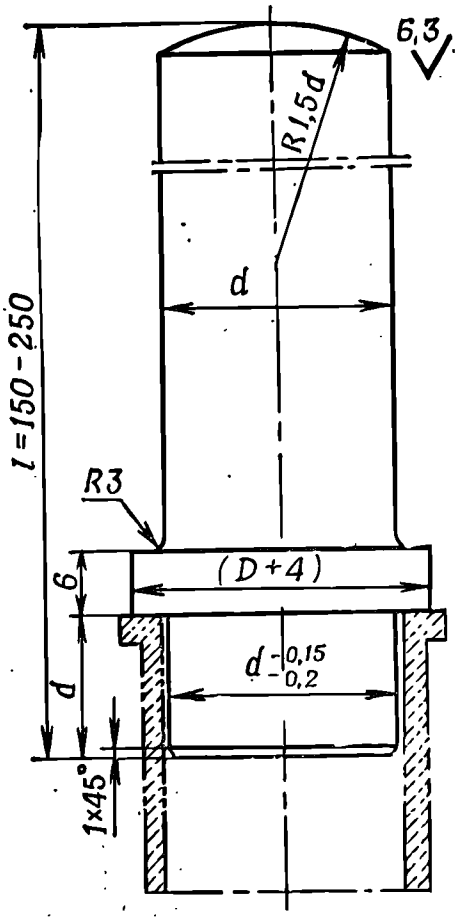
Промывку производить последовательно в двух ваннах (бачках, противнях).

В первой ванне, заполненной уайт-спиритом, производить предварительную промывку.

Во второй ванне, заполненной автомобильным бензином и веретенным маслом АУ (5—8% по объему), производить окончательную промывку.

Промывать подшипники можно в ванне с выдержкой не менее 5 мин или в руках (держа руки над ванной или опуская их в ванну) с помощью салфетки, вращая кольца и прополаскивая подшипники в той же ванне.

Проверку подшипников качения производить путем осмотра и проверки вращения колец подшипника. Осмотр подшипников производить в хорошо освещенном помещении. При пользовании искусственным освещением между источником света и осматриваемым подшипником помещать белую промасленную или пергаментную бумагу.



d–внутренний диаметр втулки;
D–наружный диаметр втулки.
Материал: сталь любой марки

Рис. 48. Оправка для запрессовки втулок

Легкость и плавность вращения подшипника проверять в горизонтальном положении, вращая от руки одно кольцо относительно другого неподвижного кольца.

При торможении или заедании подшипник вторично промыть, так как причиной его неудовлетворительной работы могут быть неудаленная при первой промывке грязь и другие инородные тела на дорожках качения или в углублениях сепараторов.

Подшипники подлежат замене при наличии хотя бы одного из следующих дефектов:

стука, торможения или заедания подшипника (характерный металлический шум при вращении подшипника допускается);

трещин и сколов на наружном и внутреннем кольцах, а также на телах качения (шариках, роликах); незначительные сколы на кольцах подшипников допускаются, если они не выходят на беговые дорожки и не образуют трещин;

поломки сепараторов: надломов, сквозных трещин, излома лапок и других частей;

цвета побежалости в любом месте подшипника; темные пятна на телах качения и на поверхностях колец, оставшиеся после зачистки ржавчины, допускаются;

раковин на беговых дорожках и на телах качения и вмятин (отпечатков) от тел качения на беговых дорожках, если они вызывают стук, заедание или торможение подшипника при вращении от руки;

выкрашивания или шелушения металла (отставание металла чешуйками) на телах качения и беговых дорожках;

износа с образованием уступов на телах качения и беговых дорожках;

разработки прорезей сепараторов конического роликоподшипника, в результате которой происходит выпадение роликов.

При подборе однотипных подшипников в случае замены негодных руководствоваться указаниями приложения 27.

Указанные ниже неисправности подшипников устранять следующими способами:

забоины, царапины и риски на телах качения и беговых дорожках — зачистить приподнятый металл, обеспечив плавное и легкое вращение подшипника от руки;

отслаивание хрома на посадочных поверхностях — зачистить места перехода от хромового покрытия к оголенной поверхности; в результате зачистки должна обеспечиваться посадка подшипника на вал или в корпус с соблюдением требований, указанных ниже;

изгиб отдельных лапок сепаратора радиального сферического шарикоподшипника — выправить погнутые лапки плоскогубцами, обеспечив зазор между лапками и наружным кольцом подшипника, а также симметричность расположения их по отношению к остальным лапкам.

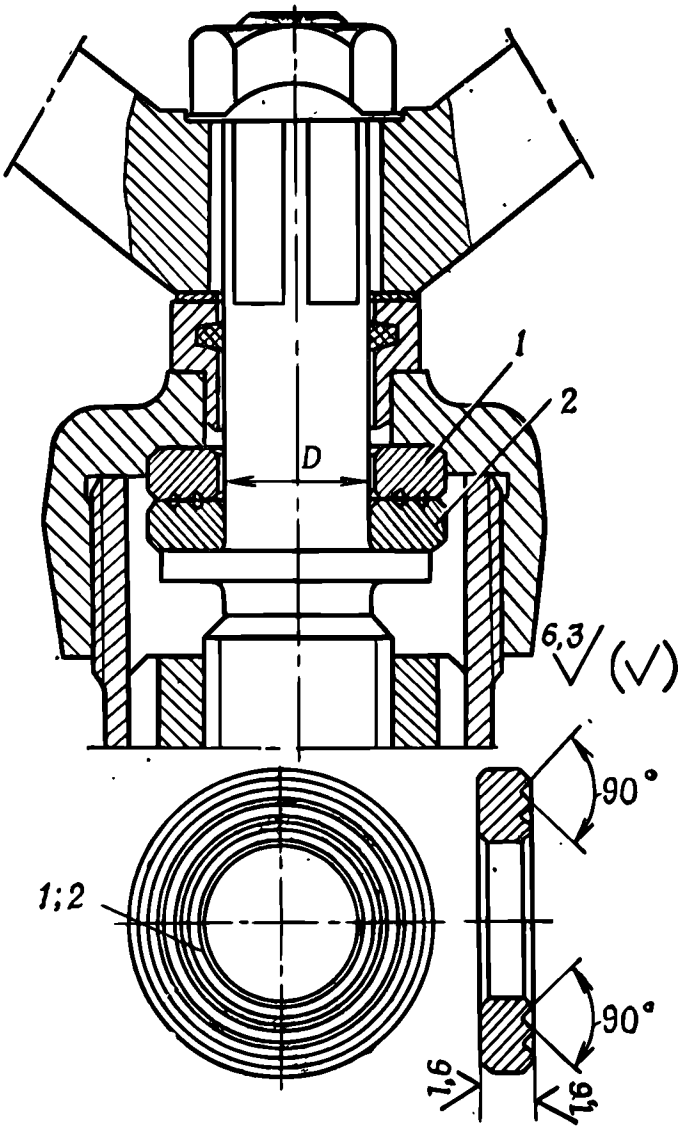
Упорные подшипники домкратов и других механизмов, работающих вручную, разрешается при отсутствии требуемых подшипников заменять кольцами.

Пример замены упорного подшипника домкрата кольцами показан на рис. 49.

При первой возможности кольца заменять упорными подшипниками качения требуемого типа.

Посадочные места для подшипников на валу и в корпусе восстанавливать до нормального размера только в случае, если величина зазора между кольцом подшипника и соответствующим местом посадки его на вал или в корпус больше величины допуска A_4 или C_4 (приложение 8).

Восстановление посадочных мест в зависимости от конструкции деталей и условий работы механизма можно производить лужением, наплавкой слоя металла на вал или на поверхность гнезда корпуса и постановкой втулок на вал или в гнездо корпуса.



Материал: деталь 1 – латунь ЛМцА 57-3-1 ГОСТ 15527-70;
деталь 2 – сталь 30-40 ГОСТ 1050-74.
Посадка по диаметру D:
деталь 1 – скользящая С;
деталь 2 – напряженная Н

Рис. 49. Замена упорного подшипника домкрата кольцами:
1 и 2 — кольца

Восстановление посадочных мест лужением производить только при наличии указаний в частных руководствах в такой последовательности:

удалить с посадочных мест приподнятый металл и очистить их для лужения;

облудить посадочные места припоем ПОССу 30-0,5 ГОСТ 21931—76 бескислотным способом (приложение 19); толщина слоя полуды должна быть минимальной;

обработать посадочные места до обеспечения требуемой посадки подшипника и напрессовать или запрессовать подшипник;

зачистить наплывы припоя на нерабочих поверхностях заподлицо с основной поверхностью.

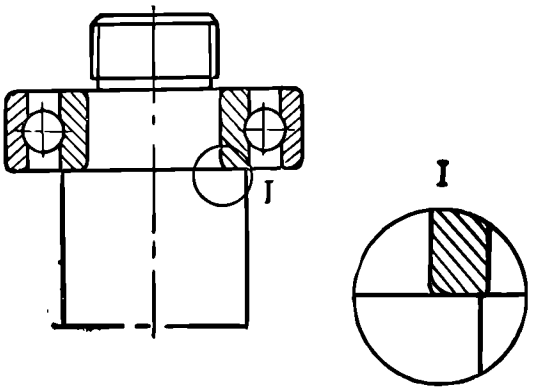


Рис. 50. Восстановление посадочных мест на валу

Другие способы ремонта посадочных мест для подшипников указываются в частных руководствах.

При восстановлении посадочных мест на валах во избежание заклинивания подшипника на шейке вала следить за тем, чтобы радиус перехода от шейки вала к заплечику был меньше радиуса кольца подшипника (рис. 50).

Правильная посадка внутреннего кольца на вал и наружного кольца в корпус является одним из важнейших условий, обеспечивающих длительную и нормальную работу подшипникового узла.

Тщательно проверить посадочные места вала и корпуса, зачистить шабером имеющиеся приподнятости металла и смазать места посадки тонким слоем смазки.

Напрессовывать подшипники на валы и запрессовывать их в гнезда корпусов с помощью гидравлического или винтового пресса. При отсутствии пресса следует применять оправку *1* (рис. 51). При одновременной посадке подшипника на вал и в гнездо прокладывать между оправкой *1* (рис. 52) шайбу *2* в целях равномерного распределения усилий на оба кольца подшипника.

Для облегчения посадки подшипника на шейку вала рекомендуется нагреть подшипник в масляной ванне примерно до 100°С. Если на валу имеется резьба достаточной длины, то ее можно использовать для напрессовки подшипника, передавая усилие от гайки к подшипнику через отрезок трубы.

Подшипник должен быть плотно допрессован до заплечика вала и до упорного заплечика корпуса.

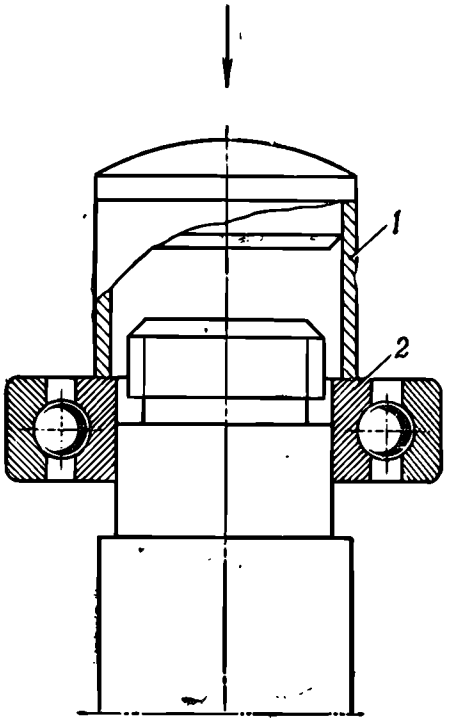


Рис. 51. Напрессовка шарикоподшипника на вал:
1 — оправка; *2* — шарикоподшипник

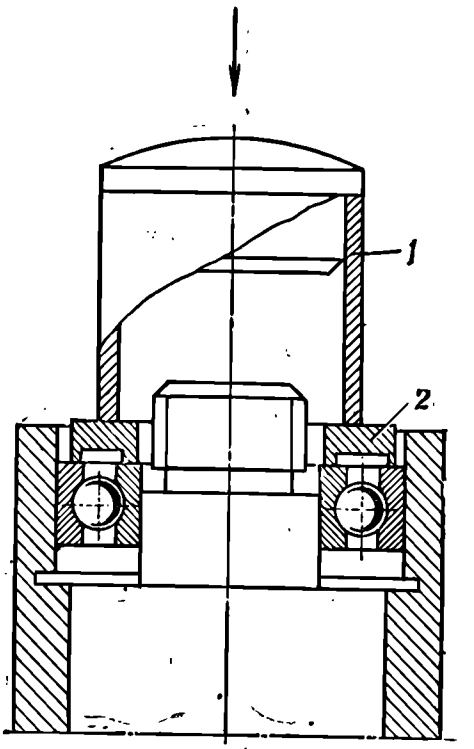


Рис. 52. Напрессовка шарикоподшипника на вал и в гнездо:
1 — оправка; *2* — шайба

7.10. РЕМОНТ ТОРСИОННЫХ ВАЛИКОВ

Промыть уайт-спиритом торсионные валики и тщательно осмотреть их.

Торсионные валики с трещинами и выколами шлицев заменить.

Удалить скребком с гладкой цилиндрической части торсионного валика плохо приставшую краску (краска с трещинами или выпучинами).

При обнаружении на торсионных валиках ржавчины зачистить пораженные места до полного удаления ржавчины, не выводя раковин. После зачистки торсионный валик обезжирить уайт-спиритом и вытереть насухо.

Протереть валик ветошью, смоченной растворителем Р-4 ГОСТ 7827—74 (или сольвентом), и дать ему просохнуть.

Окрасить всю рабочую поверхность торсионного валика (кроме шлицевых концов) грунтовкой ГФ-021 ТУ 6-10-1642—77 в 4 слоя с выдержкой каждого слоя грунта при температуре 18—23°С не менее 6 ч.

Последний слой грунта просушить до полного высыхания краски (сушку производить при температуре 18—23°С в течение 48 ч или при температуре 100—110°С в течение 35 мин).

Перед постановкой на место весь торсионный валик (в том числе и окрашенную его поверхность) смазать горячей пушечной смазкой.

7.11. РЕМОНТ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Забитую наружную (внутреннюю) резьбу исправить плашкой (метчиком), трехгранным напильником, надфилем (шабером крючкообразной формы) или заменить крепежные детали, ремонт которых нецелесообразен.

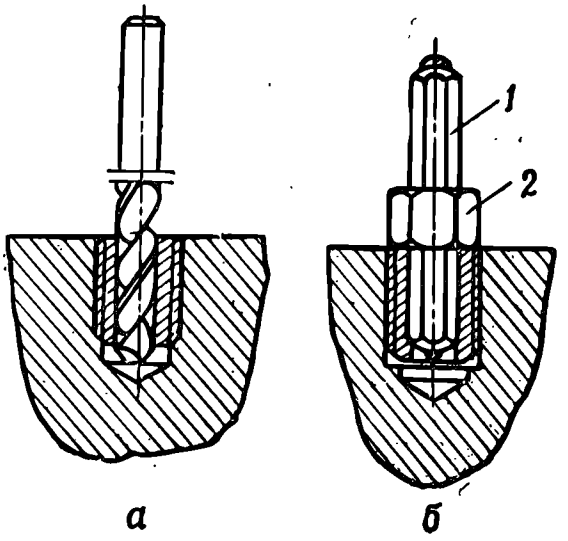


Рис. 53. Извлечение обломанных болтов и шпилек:

а — сверление отверстия в обломанной части болта или шпильки; *б* — извлечение обломанной части; *1* — направляющий стержень; *2* — шестигранник

При ремонте крепежных деталей, имеющих срыв резьбы, руководствоваться требованием подразд. 7.2.

Сломанные болты, шпильки и винты необходимо извлечь из резьбовых отверстий и заменить новыми.

Извлечение крепежных деталей производить одним из следующих способов:

а) опилить выступающую часть болта или шпильки; накернить и просверлить отверстие в обломанной части детали на всю длину; забить в просверленное отверстие шестигранный направляющий стержень *1* (рис. 53), надеть на стержень шестигранник *2* и вывинтить обломанную часть детали; прокалибровать резьбу в отверстии метчиком соответствующего размера;

б) высверлить обломанную часть детали, просверлить отверстие под резьбу ближайшего диаметра по ГОСТ и нарезать метчиком новую резьбу большего диаметра.

Смятие граней гаек, головок болтов, винтов и других деталей допускается, если при работе штатный ключ не соскальзывает.

Если ключ соскальзывает, наплавить на грани электродом Э42 ГОСТ 9467—75 слой металла, предварительно предохранив резьбу от брызг металла, и обработать их под штатный ключ. Если на грани наплавить металл невозможно, то опилить их под раздвижной ключ или ключ ближайшего меньшего размера так, чтобы не нарушалась прочность детали, или заменить деталь.

Разворот гнезд в деталях под специальные ключи допускается, если при работе ключ не соскальзывает.

При соскальзывании ключей вследствие разворота гнезд цилиндрической формы просверлить новые гнезда в других ме-

стах или заварить старые и обработать вновь под размер ключа; гнезда другой формы расчистить, заварить и обработать под размер ключа.

Разворот прорезей у винтов и других деталей, вызывающий срыв лезвия отвертки при ввинчивании или вывинчивании этих деталей, не допускается.

Для исправления прорези зажать винт (деталь) в тиски с медными или алюминиевыми прокладками, осторожно осадить приподнятый металл у краев прорези и прочистить ее ножовкой соответствующей толщины; развод зубьев у полотна ножовки должен быть сошлифован (шлифовальным камнем).

При невозможности исправить прорезь указанным способом прорезать новую прорезь перпендикулярно имеющейся или заменить деталь.

7.12. РЕМОНТ ПРУЖИН

Пружины подлежат замене при наличии трещин, изломе или если они не обеспечивают нормальной работы механизма вследствие осадки или растяжения.

При трещинах на крайнем витке или при изломе его сточить виток и, если необходимо, загнуть конец пружины, придав ему требуемую форму по рисунку частного руководства или по образцу. Перед загибом отжечь конец пружины, нагрев его паяльной лампой до 730—770°С; при этом смежные витки обмотать асбестом ГОСТ 12871—67, смоченным в воде.

При осадке или поломке винтовых пружин, работающих на сжатие, разрешается постановка под пружины дополнительных стальных шайб. Такой способ ремонта показан на примере ремонта боевой пружины затвора при осадке (рис. 54, *а* и 55, *а*) и изломе (рис. 54, *б* и 55, *б*).

Концы сломанных витков пружины зачистить шлифовальным кругом и собрать пружину зачищенными концами наружу.

После ремонта пружины испытать ее в работе 15-кратным действием механизма и проверить, не соприкасаются ли витки, для чего заложить между ними перед сборкой кусочки воска Н-634, озокерита или пластилина.

Пружины должны действовать безотказно; соприкосновение витков не допускается. Если витки соприкасаются, уменьшить на необходимую величину размер *А* шайб (рис. 54 и 55); этот размер должен быть не менее 3 мм.

При первой возможности осевшие или сломанные пружины заменить исправными.

Если нет запасной пружины для замены неисправной, то изготовить новую пружину согласно указаниям частного руководства и приложения 17.

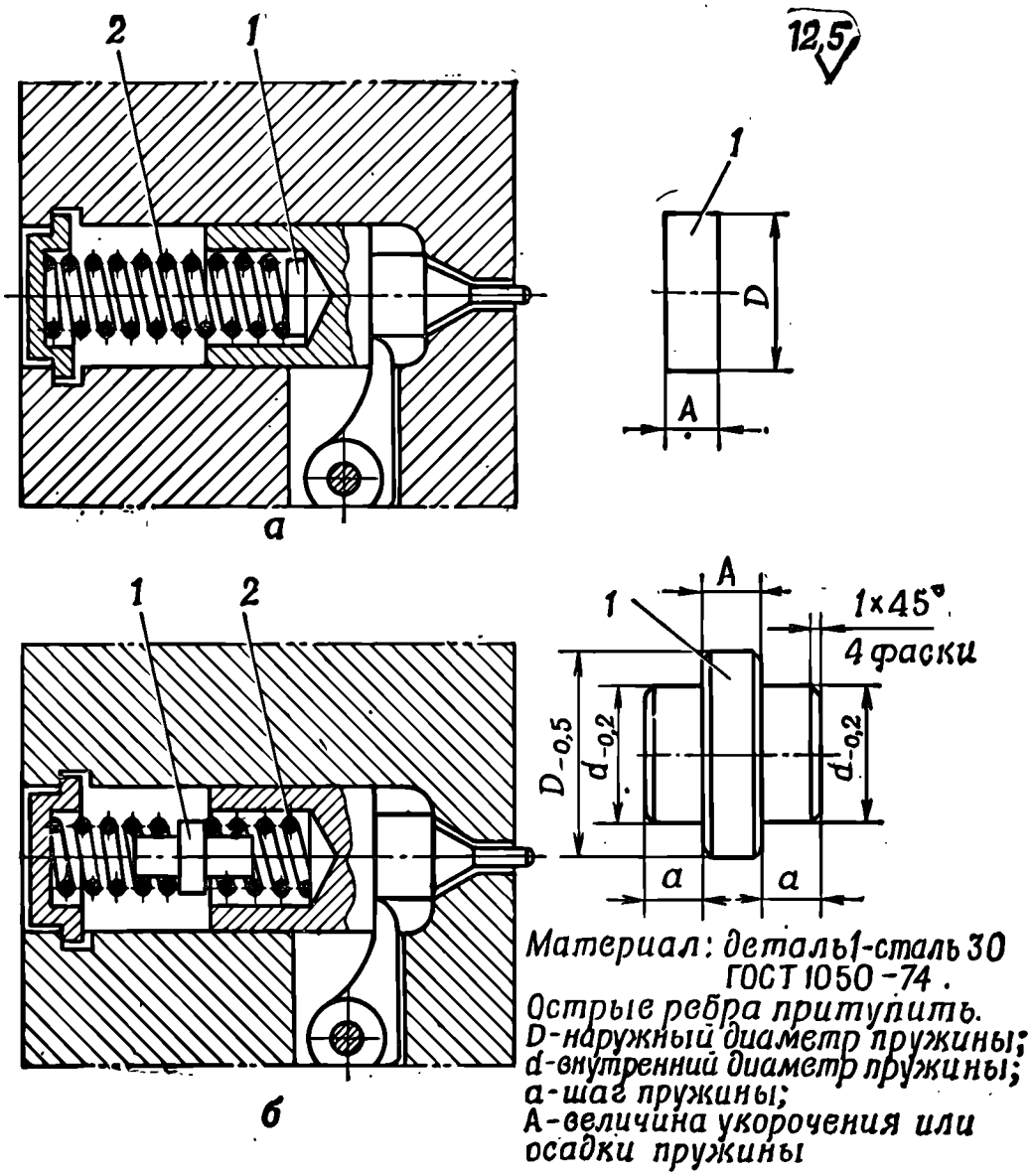
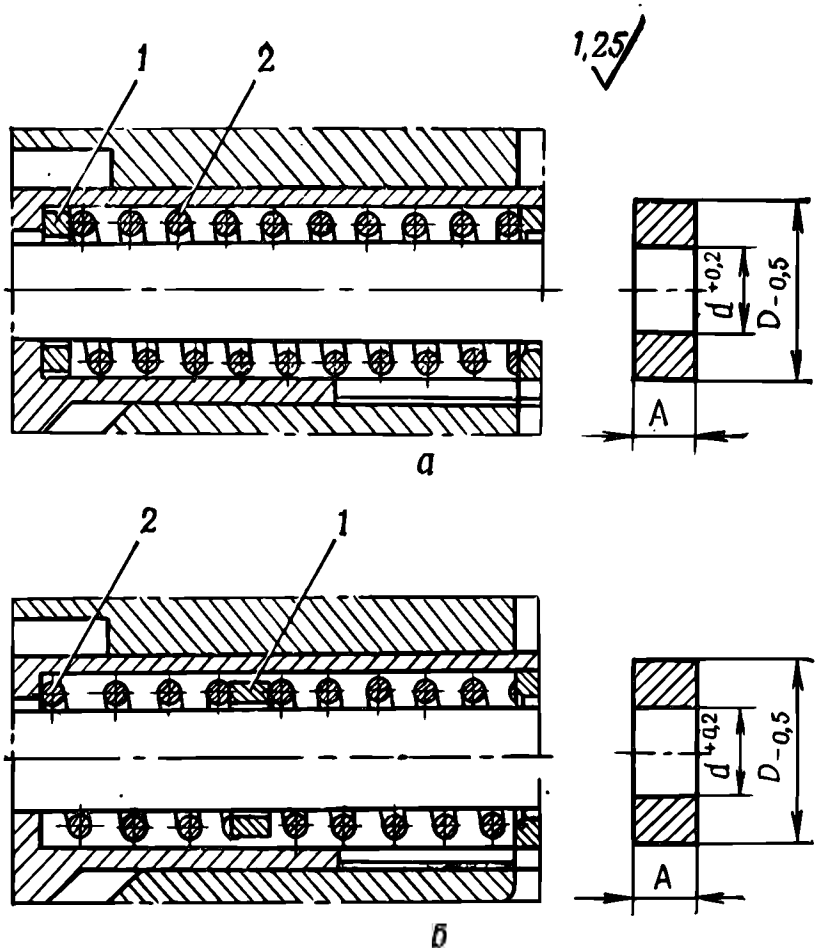


Рис. 54. Ремонт боевой пружины клинового затвора:
а — ремонт пружины при осадке; *б* — ремонт пружины при изломе; *1* — шайба; *2* — пружина



А-величина осадки или укорочения пружины;
D-наружный диаметр пружины;
d-наружный диаметр ударника.
Материал: деталь 1-сталь 30 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 55. Ремонт боевой пружины поршневого затвора (тип орудия М-30):

а **— ремонт пружины при осадке;** ***б*** **— ремонт пружины при изломе;** ***1*** **— шайба;** ***2*** **— пружина**

7.13. РЕМОНТ ШАРИКОВЫХ МАСЛЕНОК

После нажатия на шарик масленки металлическим стержнем шарик должен энергично возвратиться в исходное положение и закрыть отверстие в масленке.

Неисправную масленку (рис. 56 и 57) вывинтить, а масленку, показанную на рис. 58, извлечь с помощью извлекателя (рис. 59), для чего вставить в масленку извлекатель *1* и рас-

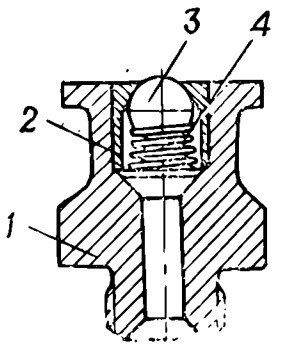


Рис. 56. Масленка:
1 — корпус; *2* — втулка; *3* — шарик; *4* — пружина

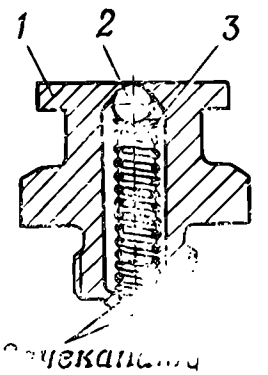


Рис. 57. Масленка:
1 — корпус; *2* — шарик; *3* — пружина

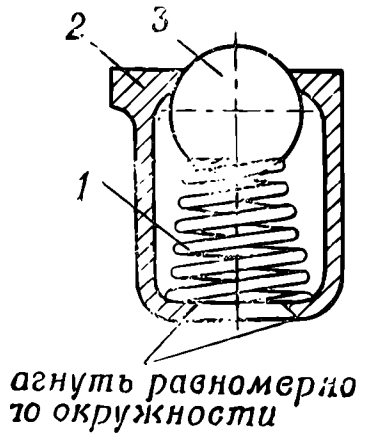


Рис. 58. Масленка:
1 — пружина; *2* — корпус; *3* — шарик

клинить его распорным клином *2*, затем плотно вставить в ушко извлекателя рычаг *3* и, потянув им извлекатель, вытянуть масленку.

Промыть полость масленки уайт-спиритом, полностью удалив остатки смазки и грязь; опробовать работу масленки, как указано выше.

Если масленка неисправна, отремонтировать ее в такой последовательности:

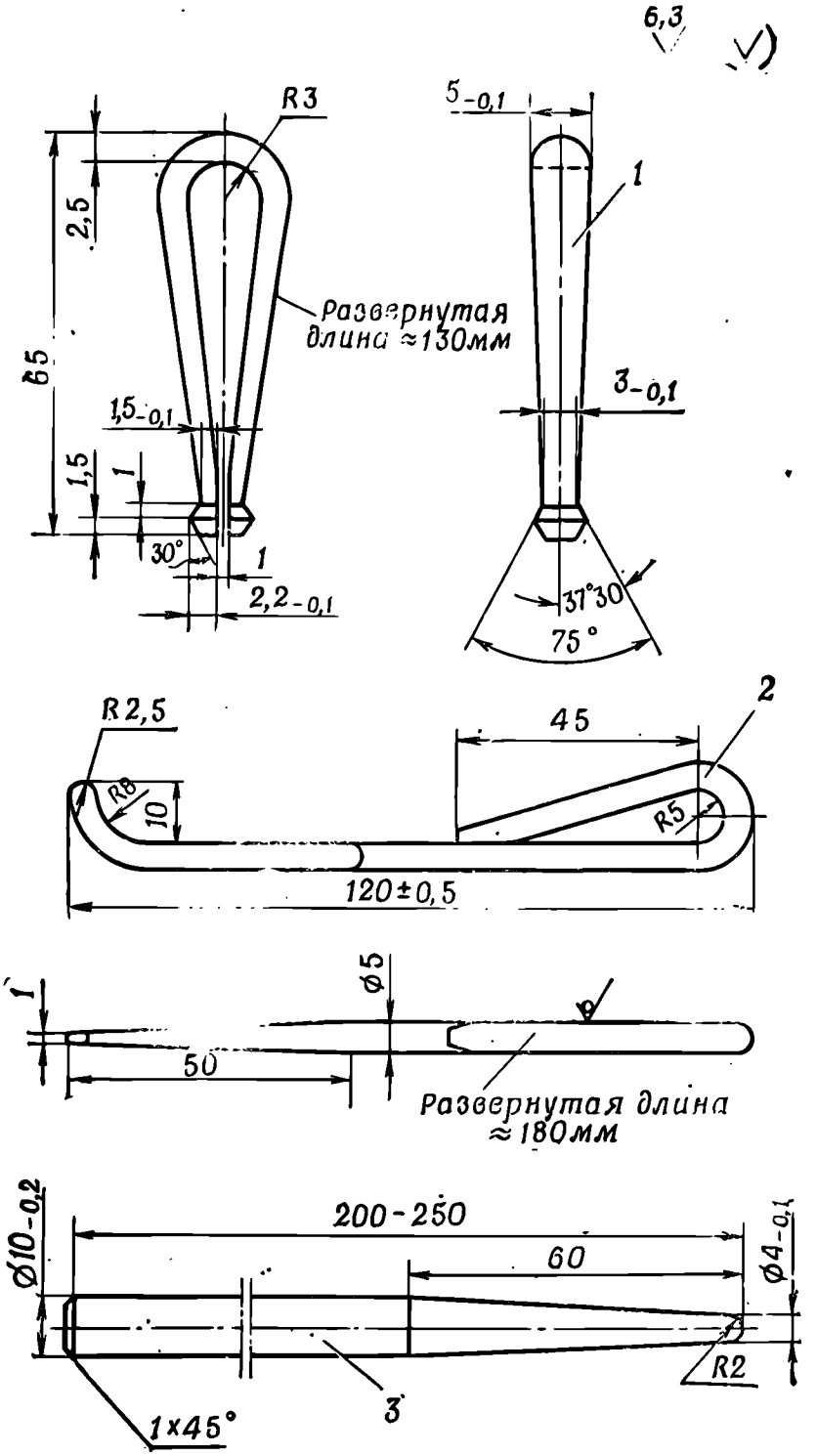
извлечь негодную пружину, для чего отогнуть круглогубцами равномерно по окружности края отверстия, в которое упирается конец пружины *1* (рис. 58), или распилить край отверстия круглым надфилем (рис. 57), или выбить выколоткой через канал для смазки втулку *2* (рис. 56);

удалить ржавчину с шарика и приподнятый металл в полости масленки и в отверстии, в которое упирается шарик; выправить вмятины на корпусе *2* (рис. 58) или втулке *2* (рис. 56);

собрать масленку, для чего поставить на место шарик и годную пружину масленки, загнуть края отверстия равномерно по окружности (рис. 58) или зачеканить края отверстия (рис. 57) или запрессовать в корпус *1* масленки втулку *2* (рис. 56).

7.14. РЕМОНТ ЦЕПОЧЕК

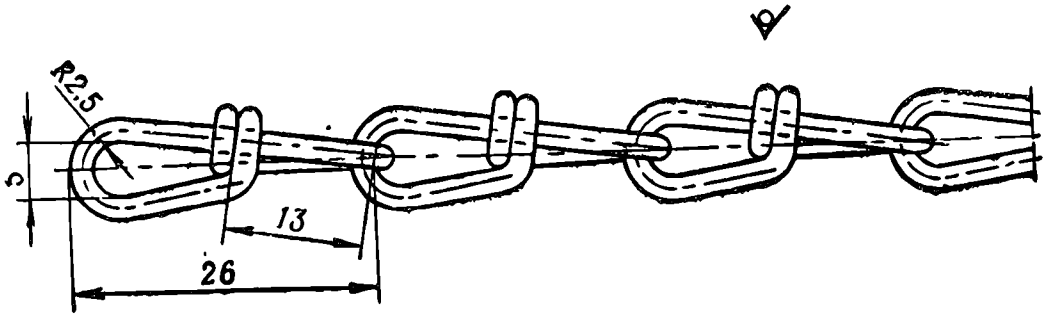
При обрыве цепочки удалить поврежденные звенья, изготовить новые звенья по образцу и соединить их со звеньями це-



Материал: сталь 40 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить.
Размеры концевой части дет. 1 подгонять по отверстию в масленке

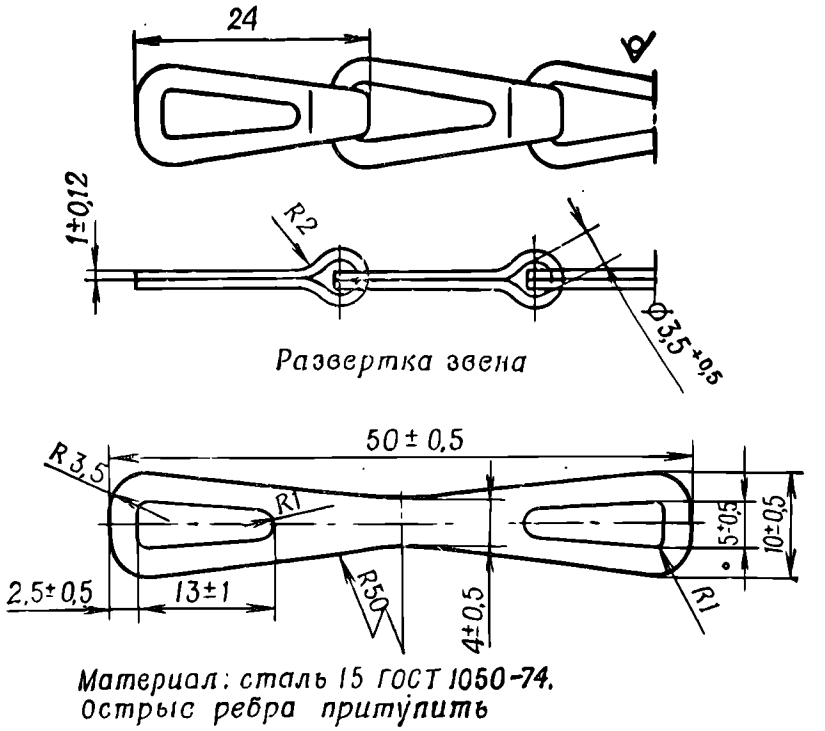
Рис. 59. Извлекатель шариковых масленок:
1 — извлекатель; *2* — распорный клин; *3* — рычаг

почки. При этом звенья сварных цепочек разрешается не заваривать. Если цепочки были изготовлены из проволоки толщиной



Материал: сталь 10 ГОСТ 1050-74

Рис. 60. Изготовление цепочки из проволоки



Материал: сталь 15 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 61. Изготовление цепочки из листового материала

менее 2 мм, то новые звенья можно изготовлять из проволоки (рис. 60). Допускается изготовление цепочек из листового материала (рис. 61).

8. РЕМОНТ ПОДЪЕМНЫХ, УРАВНОВЕШИВАЮЩИХ И ПОВОРОТНЫХ МЕХАНИЗМОВ

8.1. РЕМОНТ ПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Подъемные механизмы на изделиях вооружения бывают:

а) секторные, когда качающаяся часть изделия приводится в движение с помощью зубчатого сектора;

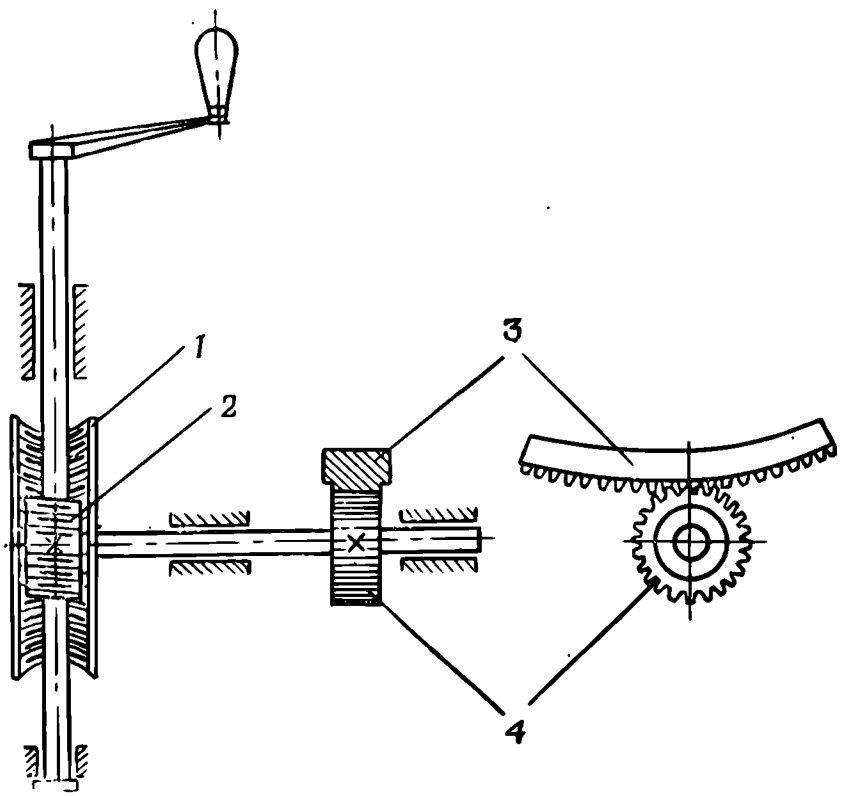


Рис. 62. Кинематическая схема секторного подъемного механизма:

1 — червячное колесо; *2* — червяк; *3* — сектор; *4* — шестерня

б) винтовые, когда это достигается с помощью винта и гайки (матки).

Кинематические схемы секторных и винтовых подъемных механизмов приведены на рис. 62 и 63.

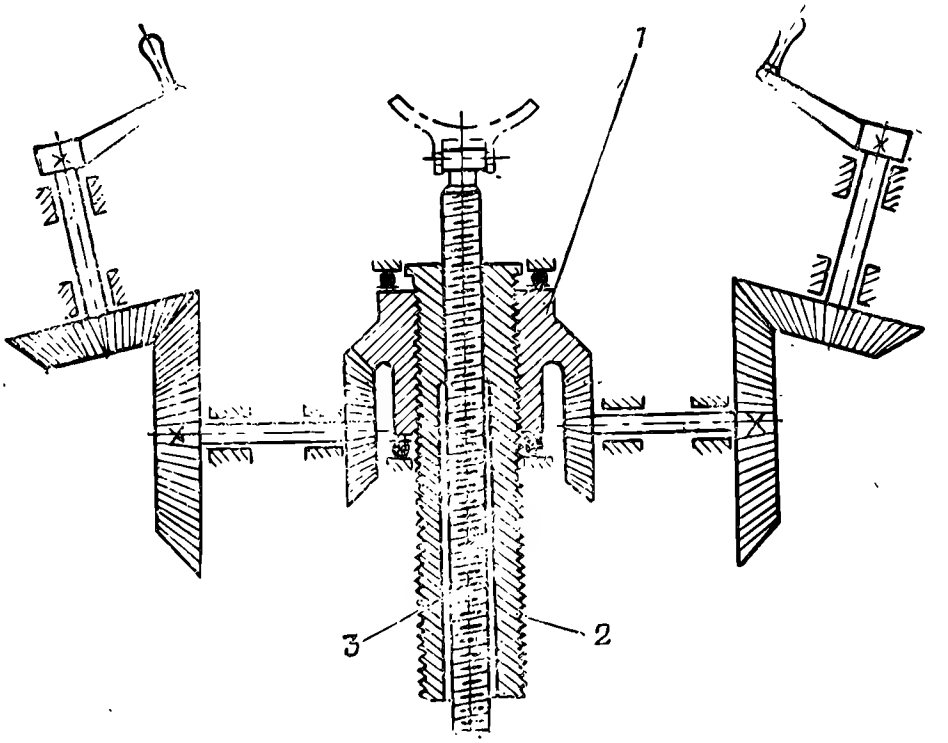


Рис. 63. Кинематическая схема винтового подъемного механизма:
1 — коническая шестерня; *2* — наружный винт; *3* — внутренний винт

8.1.1. Увеличенный мертвый ход подъемных механизмов

Увеличенный мертвый ход подъемных механизмов является следствием неправильной регулировки или износа в сопряжениях деталей передачи от маховика до червяка.

Мертвый ход подъемных механизмов проверять на углах возвышения, указанных в эксплуатационной документации, в том числе на угле походного крепления. У изделий, имеющих двухскоростной подъемный механизм, мертвый ход определять на первой (наименьшей) скорости, если нет других указаний в эксплуатационной документации.

Для определения величины мертвого хода механизма необходимо повернуть маховик для выбора зазоров в сопряжениях в одном каком-либо направлении и нанести риски на ободе маховика и на корпусе, после чего вращать маховик в противоположную сторону до начала подъема (или опускания) качающейся части изделия и нанести вторую риску на ободе маховика против риски, нанесенной на корпусе.

Начало подъема (или опускания) качающейся части определять по панораме или оптическому прицелу.

Угол на ободе маховика между двумя рисками (при вращении маховика в одном направлении и обратном), выраженный в оборотах маховика, даст величину мертвого хода механизма.

Мертвый ход не должен превышать величины, указанной в эксплуатационной документации.

Причины неисправности:

В приводах механизмов

а) Износ в сопряжении маховика привода с валиком (шаткость маховика на валике).

Если маховик крепится на шпонках, то неисправность устранять, как указано в подразд. 7.3.

Если маховик крепится на квадрате валика, то неисправность устранять, как указано в подразд. 7.5. При этом шаткость маховика на квадрате валика не допускается.

В коробках конических передач

б) Не отрегулировано зацепление конических шестерен.

Отрегулировать зацепление конических шестерен вывинчиванием или ввинчиванием регулирующей гайки или постановкой регулировочных прокладок, изготовленных по месту, добиваясь легкого и плавного вращения маховика. После регулировки гайку застопорить винтом, если такое стопорение предусмотрено конструкцией. При несовпадении отверстий под стопорный винт в коробке и гайке просверлить новое отверстие на расстоянии 30—40 мм от старого и нарезать в нем резьбу. Сверление отверстия и нарезание резьбы производить в сборке. Старые отверстия в коробке заглушить разьбовой пробкой или заварить.

в) Износ в сопряжении конической шестерни с торцом втулки (осевая шаткость шестерни).

Поставить дополнительную прокладку, как указано на рис. 64, и отрегулировать плавность вращения конических шестерен согласно указаниям п. «б».

г) Износ зубьев конических шестерен (увеличенный зазор в зацеплении зубьев).

Заменить шестерни при износе их более величины, указанной в эксплуатационной документации. Зубья измерять по начальной окружности большего диаметра шестерни (рис. 65).

д) Износ в шпоночном сопряжении муфт с валиком (шаткость муфты на валиках).

См. п. «а».

е) Износ в штифтовых соединениях.

См. подразд. 7.6.

В коренном зацеплении

Боковой зазор в коренном зацеплении должен удовлетворять требованиям эксплуатационной документации.

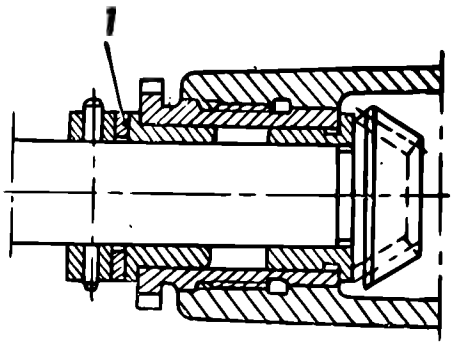


Рис. 64. Постановка прокладки:
1 — прокладка

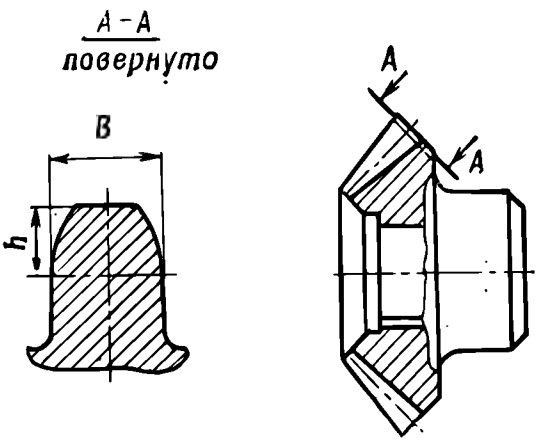


Рис. 65. Замер зубьев конических шестерен

Боковой зазор проверять пропусканием свинцовой пластинки.

При увеличенном боковом зазоре в коренном зацеплении произвести регулировку положения коренной шестерни, как указано в подразд. 7.1.

8.1.2. Тугой ход подъемных механизмов

Подъемные механизмы должны работать плавно, без рывков и заеданий во всем диапазоне углов возвышения (склонения).

Усилия, прикладываемые к рукояткам маховиков механизмов в моменты страгивания или при установившемся движении, не должны превышать значений, указанных в эксплуатационной документации.

Причинами тугого хода подъемных механизмов является в большинстве случаев загрязнение механизмов или отсутствие смазки, а также неправильная сборка и регулировка.

Кроме того, причинами тугого хода механизмов могут быть:

а) Неисправности уравновешивающего механизма.

См. подразд. 8.2.

б) Износ втулок коробки в сопряжении с валиками конических шестерен (рис. 66).

Заменить втулки.

При износе валиков вывести их овальность снятием минимального слоя металла. Втулки по внутреннему диаметру изготовить по фактическому диаметру валика с зазором, вели-

чина которого в зависимости от диаметра валика приведена в табл. 9.

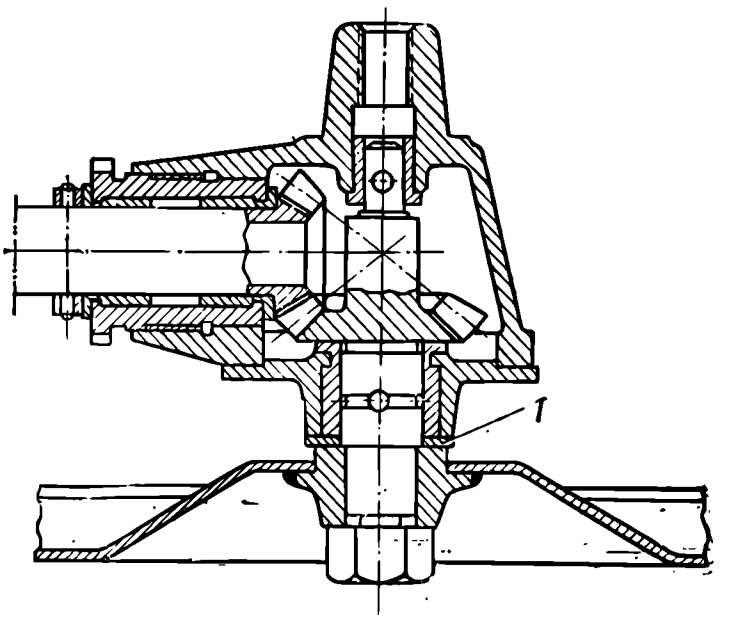


Рис. 66. Коробка конической передачи:
1 — шайба

Таблица 9

Диаметр валика, мм	Нормальный зазор в сопряжении, мм
10—18	0,02—0,1
18—30	0,03—0,15
30—50	0,04—0,2
50—80	0,05—0,3

в) Не отрегулировано зажатие червяка.

Отрегулировать регулирующей гайкой зажатие червяка так, чтобы он не имел осевой шаткости и чтобы маховик привода легко вращался. После регулировки застопорить гайку. При несовпадении отверстий в гайке и корпусе (коробке) под стопор (винт, штифт) просверлить новое отверстие на расстоянии 20—30 мм от старого; старое отверстие заглушить резьбовой пробкой или заварить.

г) Изгиб винта.

Установить винт на призмы или в центрах токарного станка и проверить его биение индикатором. Биение не должно превышать величины, указанной в эксплуатационной документации. При биении винта более допустимой величины выправить винт без нагрева. Гайка должна проходить по всей нарезной части винта без заеданий.

д) Чрезмерно поджаты упорные подшипники.

Отрегулировать поджатие подшипников регулировочными гайками.

е) Излом подшипников.

Заменить подшипники.

8.1.3. Проверка полной вертикальной шаткости качающейся части изделия

Вертикальную шаткость качающейся части изделия проверять в следующем порядке:

установить изделие на ровной горизонтальной площадке; боевые машины должны быть отгоризонтированы с помощью опорных домкратов;

привести изделие в боевое положение, придавая качающейся части изделия углы возвышения согласно указаниям эксплуатационной документации;

усилием, указанным в эксплуатационной документации, нажать на переднюю часть качающейся части вверх до отказа и, удерживая ее в этом положении, вывести пузырек уровня квадранта, установленного на контрольную площадку, на середину и произвести отсчет угла;

нажать на качающуюся часть сверху вниз и, удерживая ее в этом положении, вновь вывести пузырек уровня квадранта на середину, вторично произвести отсчет угла. Разность отсчетов будет величиной полной вертикальной шаткости качающейся части изделия в тысячных.

Измерение полной вертикальной шаткости производить не менее трех раз и за результат измерения брать среднее арифметическое из произведенных измерений с округлением до одной тысячной.

Полная вертикальная шаткость должна соответствовать величине, указанной в эксплуатационной документации.

8.2. РЕМОНТ УРАВНОВЕШИВАЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

Неисправности уравновешивающих механизмов и необходимость в ремонте их определяются работой подъемного механизма изделия (тугой ход) или повреждениями цилиндров уравновешивающих механизмов, выявляемых внешним осмотром.

Характерные конструкции уравновешивающих механизмов приведены на рис. 67, 68.

При ремонте пневмогидравлических уравновешивающих механизмов руководствоваться указаниями, приведенными в разд. 10.

8.2.1. Не отрегулирован механизм

Уравновешивающие механизмы на собранном изделии должны обеспечивать уравновешенность или определенное начальное положение (начальный угол возвышения) качающейся части изделия.

В результате нарушения регулировки механизма затрудняется работа подъемного механизма. На артиллерийских орудиях,

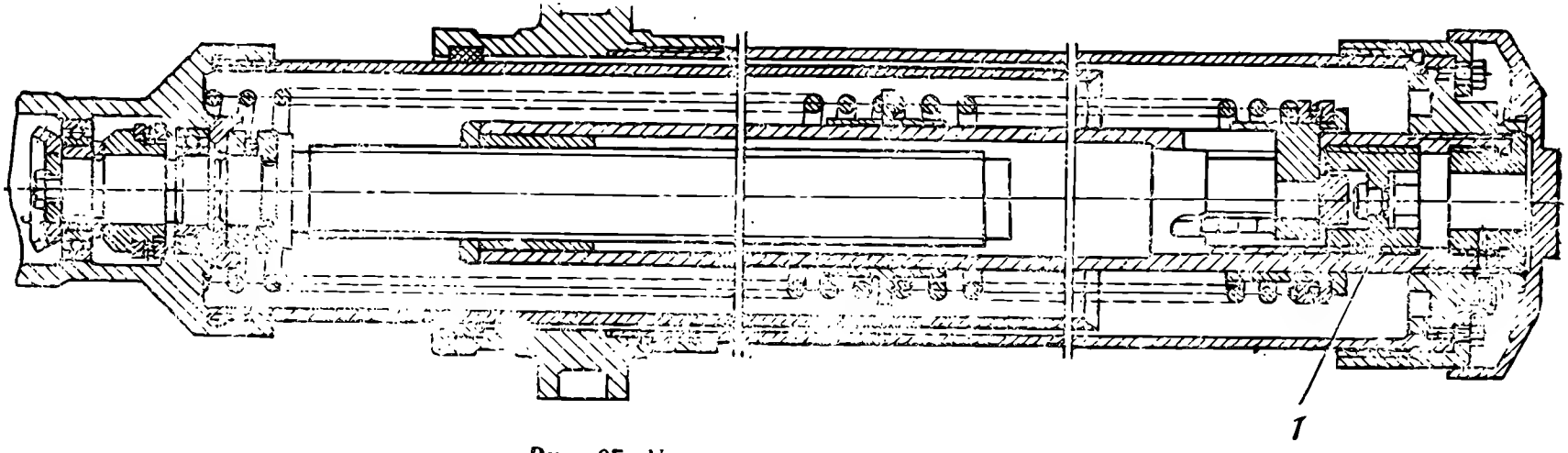


Рис. 67. Уравновешивающий механизм:
1 — регулирующая гайка

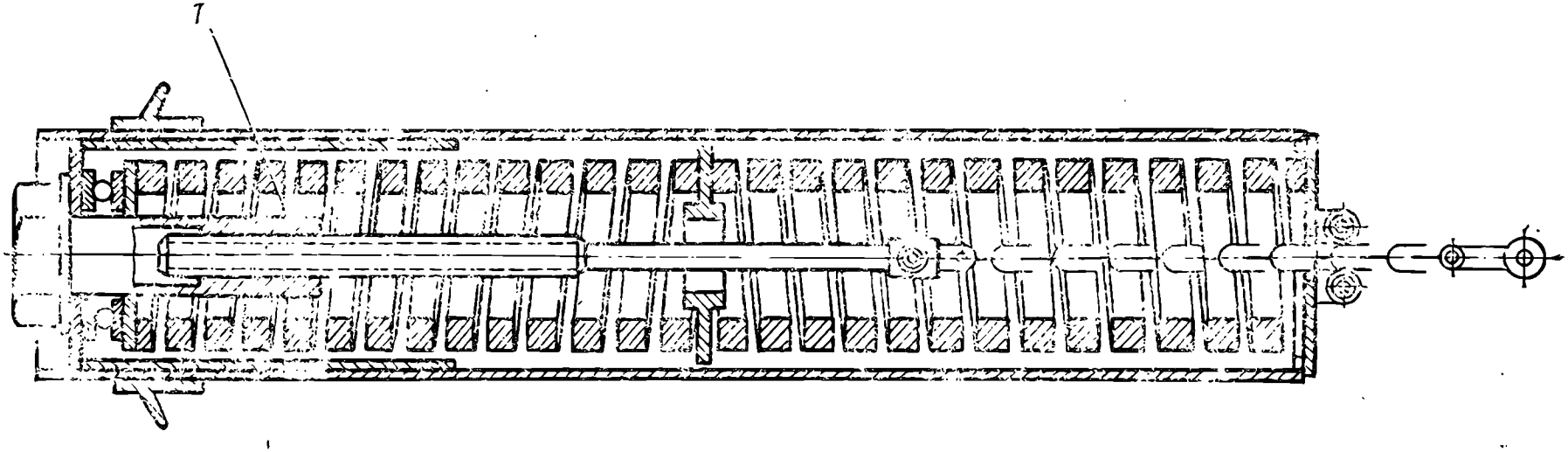


Рис. 68. Уравновешивающий механизм:
1 — регулирующая гайка

кроме того, происходит значительный перевес дульной или казенной части орудия.

При нарушении нормальной работы уравновешивающего механизма отрегулировать поджатие пружин с помощью регулирующих гаек; при работе усилие на рукоятке подъемного механизма как при углах возвышения, так и при углах склонения после регулировки должно быть нормальным.

8.2.2. Излом или осадка пружин

При изломе пружин имеет место скрипение и щелкание в колонках механизма, при осадке пружин — перевес передней (дульной) части изделия.

При изломе заменить пружины.

При осадке допускается постановка дополнительных прокладок (изготовленных из стали любой марки), толщина которых указывается в эксплуатационной документации.

8.2.3. Вмятины и пробоины в цилиндрах

При наличии вмятин и пробоин затрудняется перемещение внутреннего цилиндра в наружном.

Устранение неисправностей см. в подразд. 10.5.

8.3. РЕМОНТ ПОВОРОТНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Конструкции поворотных механизмов на изделиях вооружения бывают следующие:

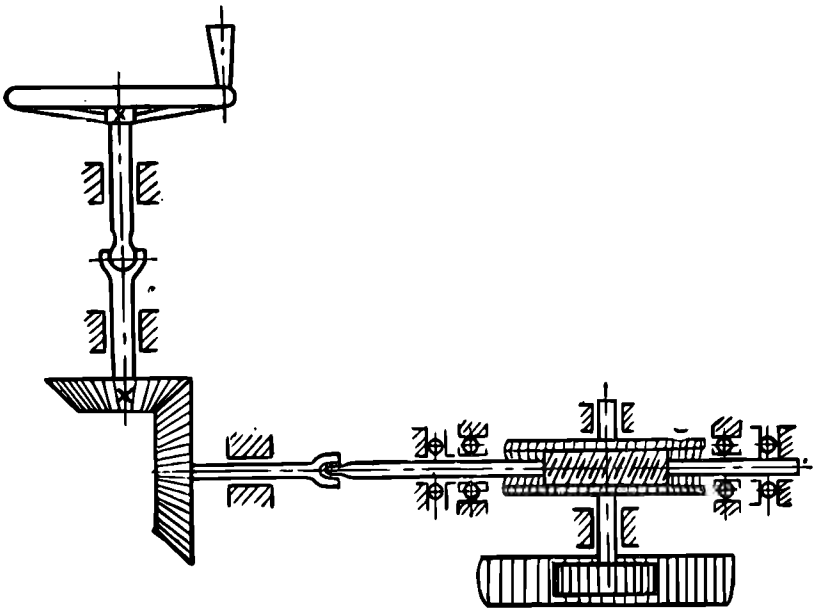


Рис. 69. Секторный поворотный механизм

секторные, когда поворот вращающейся части изделия осуществляется с помощью зубчатого сектора и шестерни (рис. 69);

винтовые, когда для поворота служат винт и матка (рис. 70);

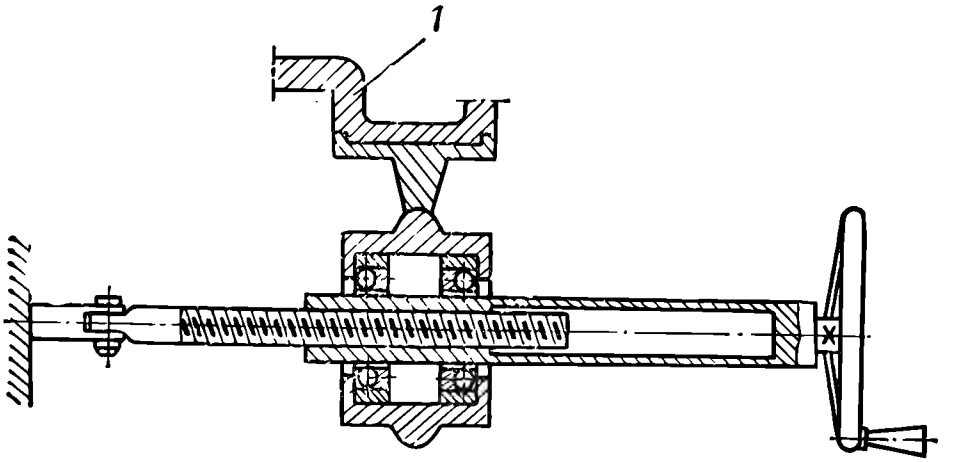


Рис. 70. Винтовой поворотный механизм:
1 — верхний станок

реечные, когда для поворота служат зубчатая рейка на боевой оси и шестерня (рис. 71).

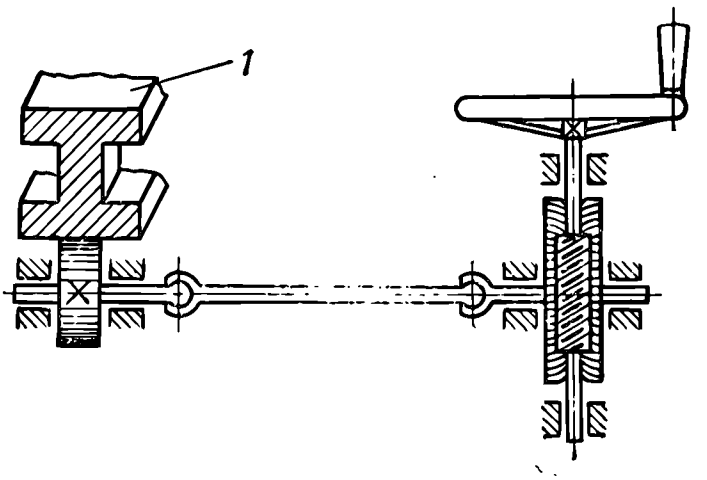


Рис. 71. Реечный поворотный механизм:
1 — боевая ось

8.3.1. Увеличенный мертвый ход поворотных механизмов

Мертвый ход поворотных механизмов образуется вследствие износа в сопряжениях (или неотрегулированности) механизма, и особенно износа в червячных передачах.

У изделий, имеющих двухскоростной поворотный механизм, мертвый ход определять на первой (наименьшей) скорости.

Для определения величины мертвого хода механизма необходимо повернуть маховик в одном каком-либо направлении до выбора зазоров в сопряжениях и нанести риски на ободе маховика и на корпусе (станке), после чего вращать маховик в противоположную сторону до начала поворота вращающейся

части изделия и нанести вторую риску на ободе маховика против риски, нанесенной на корпусе (станке).

Угол на ободе маховика между двумя рисками, выраженный в оборотах маховика, будет определять величину мертвого хода механизма, который не должен превышать величины, указанной в эксплуатационной документации.

Начало поворота вращающейся части определять по панораме или оптическому прицелу.

Причины неисправности:

В приводах механизмов

а) Износ в сопряжении маховика привода с валиком (шаткость маховика на валике).

См. п. 8.1.1,«а».

В винтовом соединении

б) Увеличенный осевой люфт винта в резьбе матки (гайки).

Если осевой люфт превышает допустимую величину, указанную в эксплуатационной документации, заменить матку (гайку) на изготовленную вновь.

В коробках цилиндрических передач

в) Износ в сопряжении шестерен с валиками (шаткость шестерен на валиках).

Ремонт шпоночных канавок на валиках см. в подразд. 7.3.

г) Износ зубьев в сопряжении шестерен (увеличенный зазор в сопряжении зубьев).

Заменить шестерни, если износ превышает $^1/_3$ толщины зуба. Измерение толщины зубьев производить по начальной окружности.

В шарнирных соединениях

д) Износ в сопряжении осей шарниров с вилками (шаткость вилок в сопряжении с осями).

Вывести овальность отверстий в вилках, сняв минимально необходимый слой металла, и поставить оси большего диаметра согласно указаниям эксплуатационной документации.

Заварить отверстия в головках шарниров и в валу привода, просверлить отверстия вновь и изготовить новые оси согласно указаниям эксплуатационной документации.

е) Износ в штифтовых соединениях (шаткость муфт на валиках).

См. подразд. 7.6.

В коробках конических передач

ж) Не отрегулировано зацепление конических шестерен.

Отрегулировать зацепление конических шестерен регулировочными втулками или прокладками, обеспечив полное зацепление зубьев шестерен, при этом вращение маховика поворотного механизма должно быть плавным.

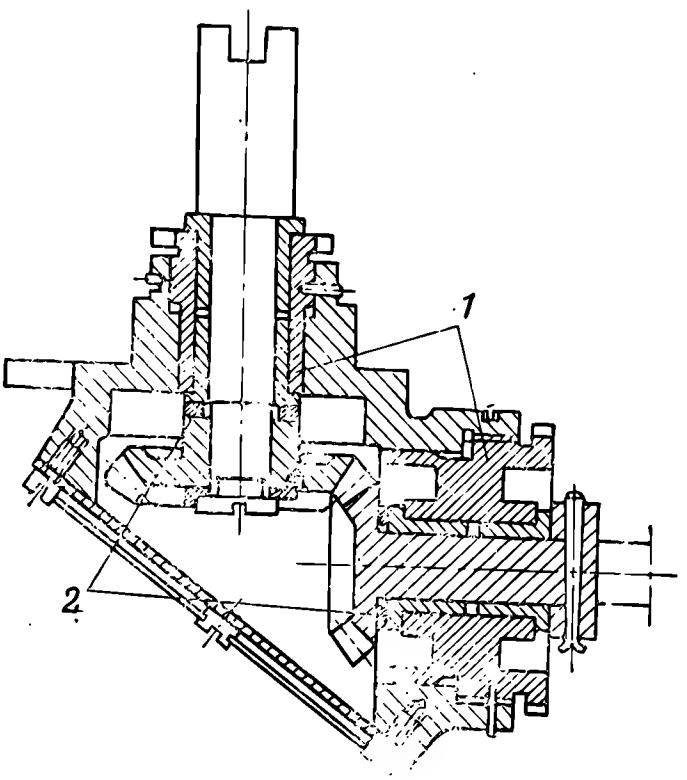


Рис. 72. Коробка конической передачи:
1 — регулирующие втулки, *2* — шайбы

з) Износ бурта в сопряжении с конической шестерней (осевое смещение шестерни).

Поставить шайбу между втулкой и шестерней (рис. 72). Толщину шайбы подобрать из необходимости обеспечения полного зацепления зубьев шестерен.

В коробках червячных передач

и) Слабое поджатие червяка гайками (осевое перемещение червяка).

Отрегулировать поджатие червяка гайками. Если осевое смещение червяка происходит из-за износа в сопряжении червяка с опорными плоскостями корпуса, поставить шайбы между червяком и опорными плоскостями корпуса (рис. 73).

к) Износ в сопряжении червяка с квадратом валика (шаткость червяка на валике).

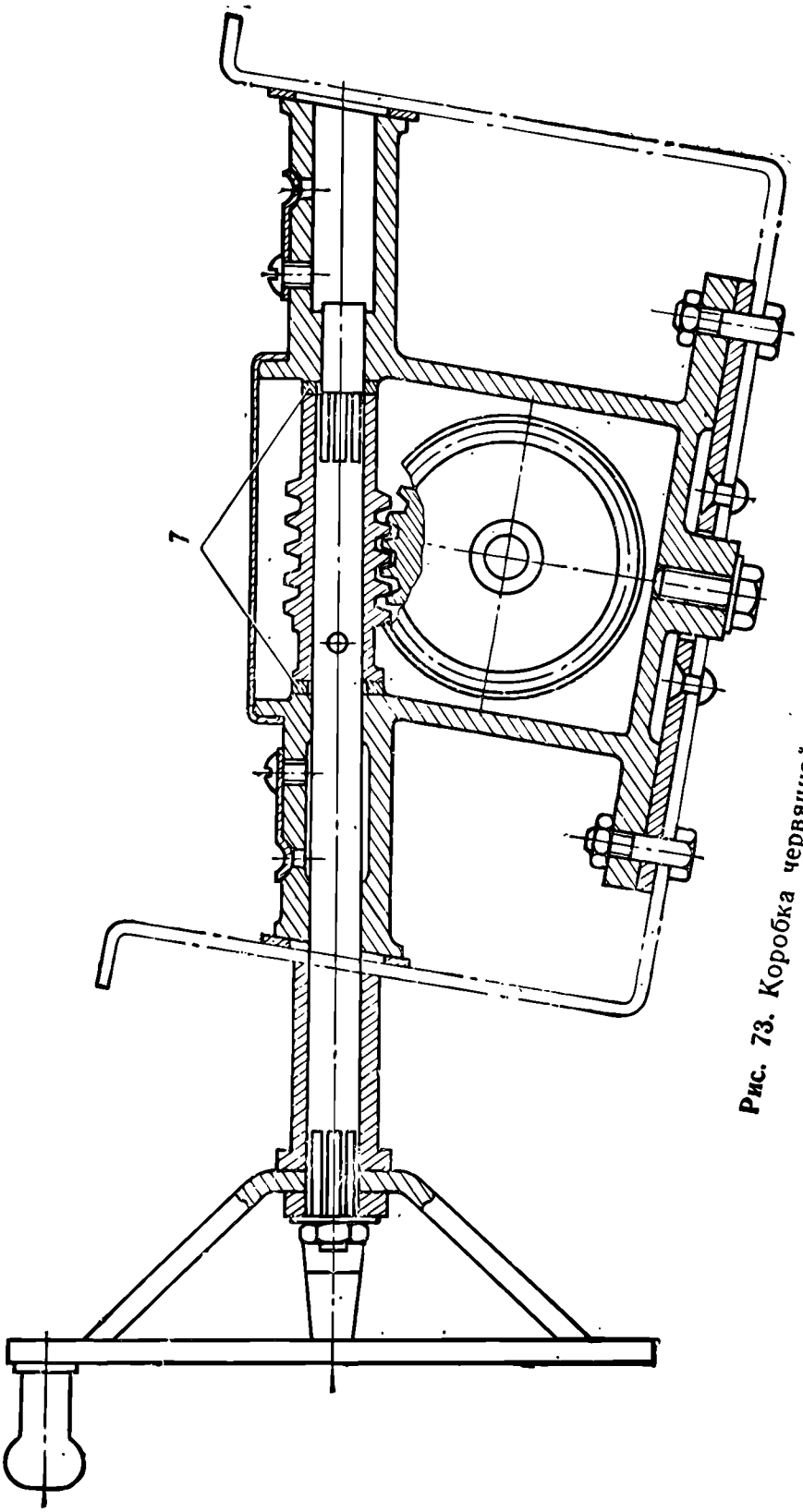


Рис. 73. Коробка червячной передачи:
1 — шайбы

См. подразд. 7.5.

л) Износ зубьев в сопряжении с червячным колесом.

Заменить червяк и червячное колесо, если износ превышает $^1/_3$ толщины зубьев, или поставить насадную рубашку на червяк согласно указаниям эксплуатационной документации.

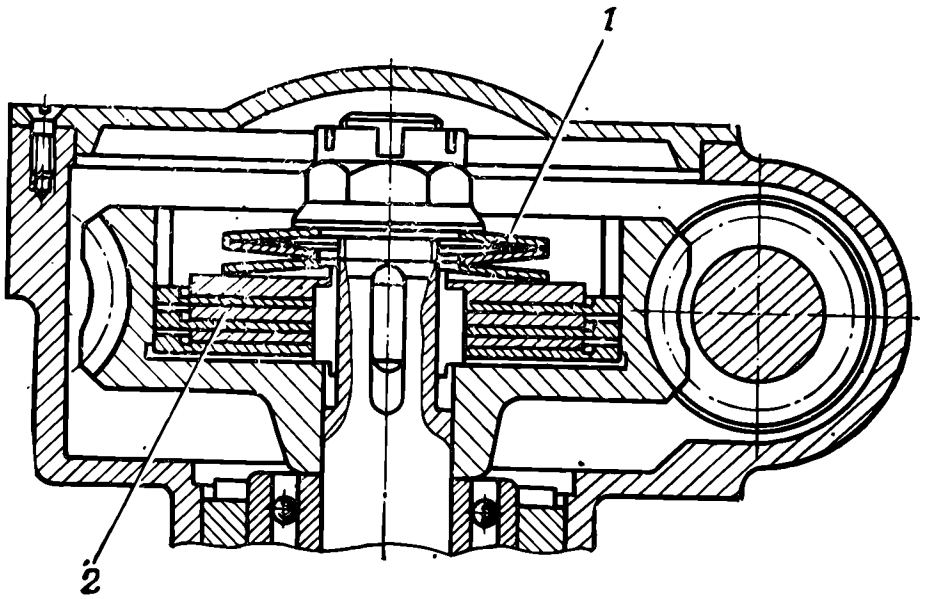


Рис. 74. Поджатие фрикционных дисков:
1 — тарельчатые пружины; *2* — фрикционные диски

м) Слабое поджатие фрикционных дисков гайкой (проворачивание червячного колеса) для механизмов, имеющих в конструкции фрикцион.

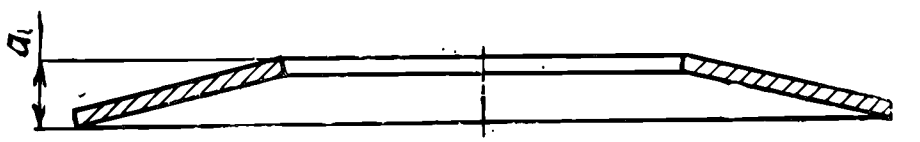


Рис 75. Тарельчатая пружина

Отрегулировать поджатие фрикционных дисков подвинчиванием гайки (рис. 74).

н) Прогиб или осадка тарельчатых пружин в коробке фрикциона.

Заменить тарельчатые пружины, если имеет место прогиб пружины в обратную сторону или высота *a* пружины (рис. 75) менее величины, указанной в эксплуатационной документации.

8.3.2. Тугой ход поворотных механизмов

Причинами тугого хода поворотных механизмов являются загрязнение механизмов или отсутствие смазки, а также неправильная сборка и регулировка.

Кроме того, причинами тугого хода могут быть следующие неисправности:

а) Перекос или излом шарикоподшипников.

Заменить негодные шарикоподшипники. Установить подшипники без перекоса.

б) Чрезмерное поджатие частей механизмов (червяк, конические и цилиндрические шестерни, винты и матки) регулирующими гайками, втулками или кольцами.

Отрегулировать поджатие деталей отвинчиванием гаек, втулок или колец.

в) Изгиб шарнирных валиков.

Выправить валики без нагрева.

г) Заедание в сопряжении зубьев шестерен, червяков или реек боевых осей.

Пришабрить зубья шестерен, червяков или реек, сняв минимально необходимый слой металла по отпечаткам краски.

д) Износ втулок в сопряжениях с валиками и осями шестерен, шеек червяков, винтов и т. п. (перекосы вследствие увеличенных зазоров в сопряжениях).

Заменить втулки.

8.3.3. Проверка полной горизонтальной шаткости качающейся части изделия

Для проверки полной горизонтальной шаткости необходимо:

— установить орудие в боевое положение;

— действуя подъемным и поворотным механизмами, установить ствол (пакет направляющих) горизонтально и в среднем положении для изделия (вне зоны обхода кабины);

— отжать ствол орудия (пакет направляющих) за дульную часть влево усилием около 25 кгс* (если не оговорено в эксплуатационной документации) и, удерживая его в этом положении, навести перекрестье панорамы в какую-либо точку наводки и снять отсчет по точке наводки;

— отжать ствол (пакет направляющих) за дульную часть с тем же усилием вправо; удерживая его в этом положении, вновь навести перекрестье панорамы в ту же точку наводки и снять отсчет.

Разность двух установок угломера и будет величиной полной горизонтальной шаткости, которая должна быть не более 0-12, если она не оговорена в эксплуатационной документации.

Измерение полной горизонтальной шаткости производить не менее трех раз. За результат измерения брать среднее арифметическое из произведенных измерений с округлением до одной тысячной.

---

* 1 кгс=9,80665 Н.

9. РЕМОНТ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ И КОЛЕСНЫХ ХОДОВ

9.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе даны указания по ремонту колодочных тормозов колесного хода с ручным и пневматическим приводами и колесного хода (рис. 76 и 77), установленных на полуприцепах транспортных машин.

В рассматриваемой в настоящем разделе конструкции колодочного тормоза, пневматического привода тормозов и колесного хода заимствованы составные части от автомобилей, обозначения которых приведены в подрисуночных текстах рисунков. Эти обозначения соответствуют принятым в чертежах основного производства автомобилей, например 200-3501016, 127-3513007, где числа 200 и 127 обозначают марки автомобилей, а числа 3501016 и 3513007 — номера деталей и сборочных единиц.

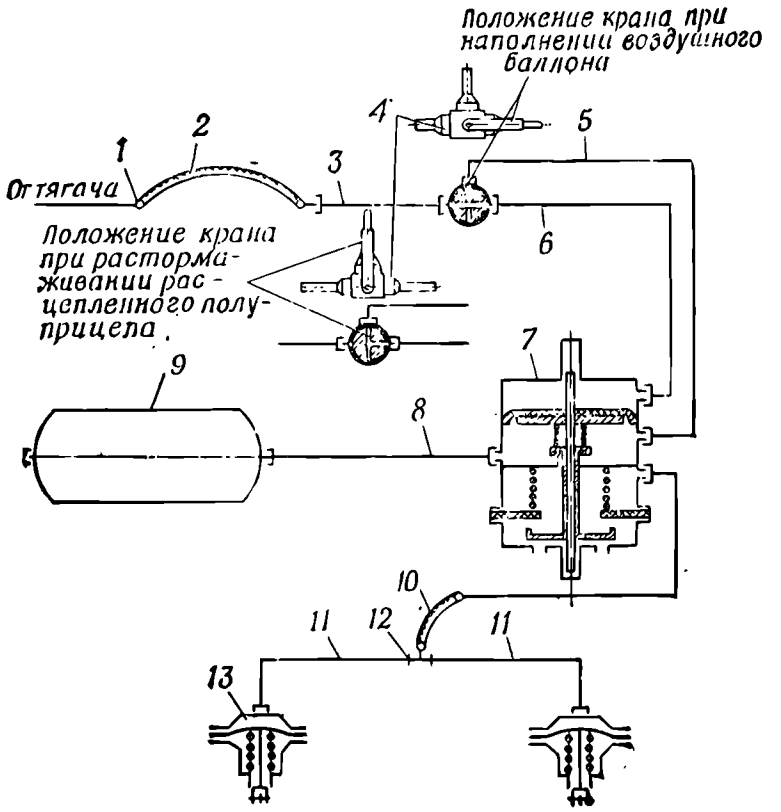
Технические характеристики (условия испытаний составных частей, допустимые без ремонта размеры и другие параметры) даны для схемы и составных частей, показанных на рис. 76 и 77.

Изготовление деталей, предусмотренное в настоящем разделе (для замены забракованных при ремонте деталей), производить по рисункам этих деталей, помещенным в эксплуатационной документации.

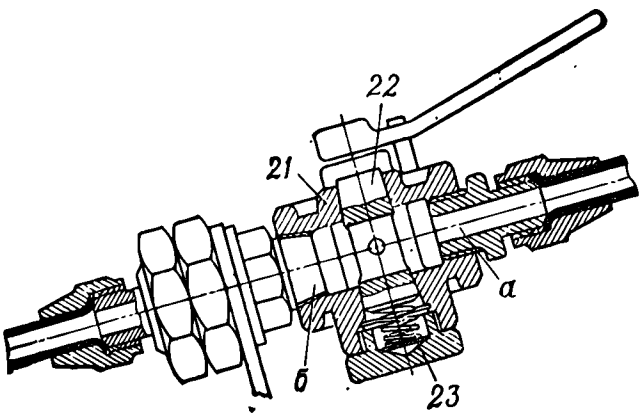
В подразд. 9.2—9.14 настоящего раздела даны указания по выявлению и устранению неисправностей, характерных для конструкций колодочного тормоза, пневматического привода тормозов и колесного хода, указанных выше.

Для колодочных тормозов с ручным и пневматическим приводами и колесных ходов, отличающихся от рассматриваемых в настоящем разделе, технические характеристики при их ремонте указываются в эксплуатационной документации.

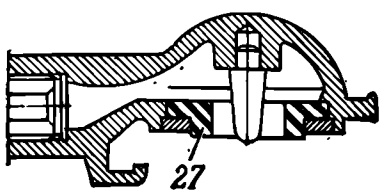
Схема пневматического привода тормозов



Кран ручного управления



Соединительная головка



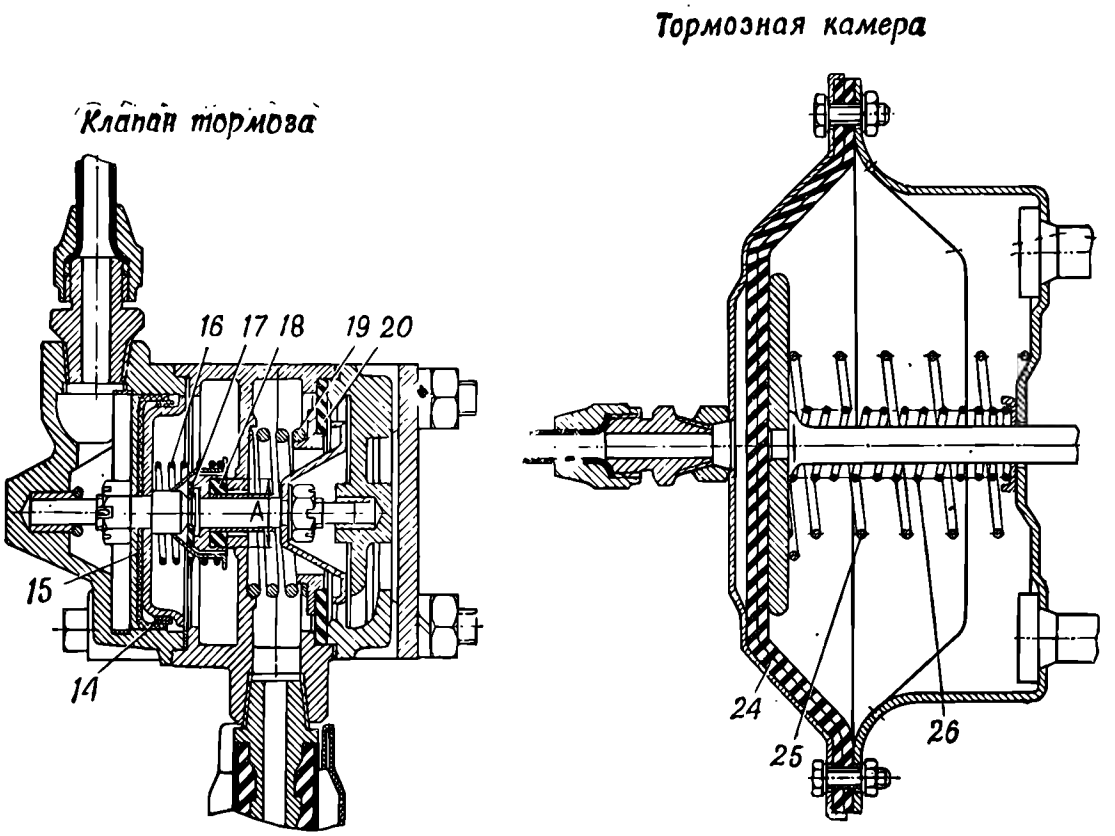


Рис. 76. Пневматический привод тормозов:

1 — соединительная головка в сборе МАЗ-200 5202-3521010; *2*, *10* — рукава Г-10 диаметром 12 мм ГОСТ 18698—73; *3*, *5*, *6*, *8*, *11* — трубопроводы; *4* — кран ручного управления тормозами МАЗ-200 5202-3522210-Б; *7* — клапан тормоза в сборе МАЗ-200 5202-3522010; *9* — воздушный баллон в сборе 127-3513007; *12* — тройник; *13* — тормозная камера 200-3519010-Б; *14* — распорное кольцо манжеты поршня МАЗ-200 5202-3522033; *15* — манжета поршня клапана тормоза МАЗ-200 5202-3522032; *16* — пружина чашки уплотнительного кольца МАЗ-200 5202-3522048; *17* — уплотнительное кольцо штока поршня МАЗ-200 5202-3522044-А; *18* — уплотняющее кольцо впускного клапана МАЗ-200 5202-3522061-А; *19* — пружина седла выпускного клапана МАЗ-200 5202-3522077; *20* — уплотняющее кольцо седла выпускного клапана МАЗ-200 5202-3522075-А; *21* — корпус крана ручного управления МАЗ-200 5202-3522216-Б; *22* — пробка крана ручного управления МАЗ-200 5202-3522218-Б; *23* — пружина пробки крана ручного управления 200-3520022; *24* — диафрагма передней тормозной камеры 200-3519050; *25* — пружина передней тормозной камеры 200-3519054; *26* — пружина; *27* — уплотнительное кольцо МАЗ-200 5202-3521020-Б; *а*, *б* — отверстия

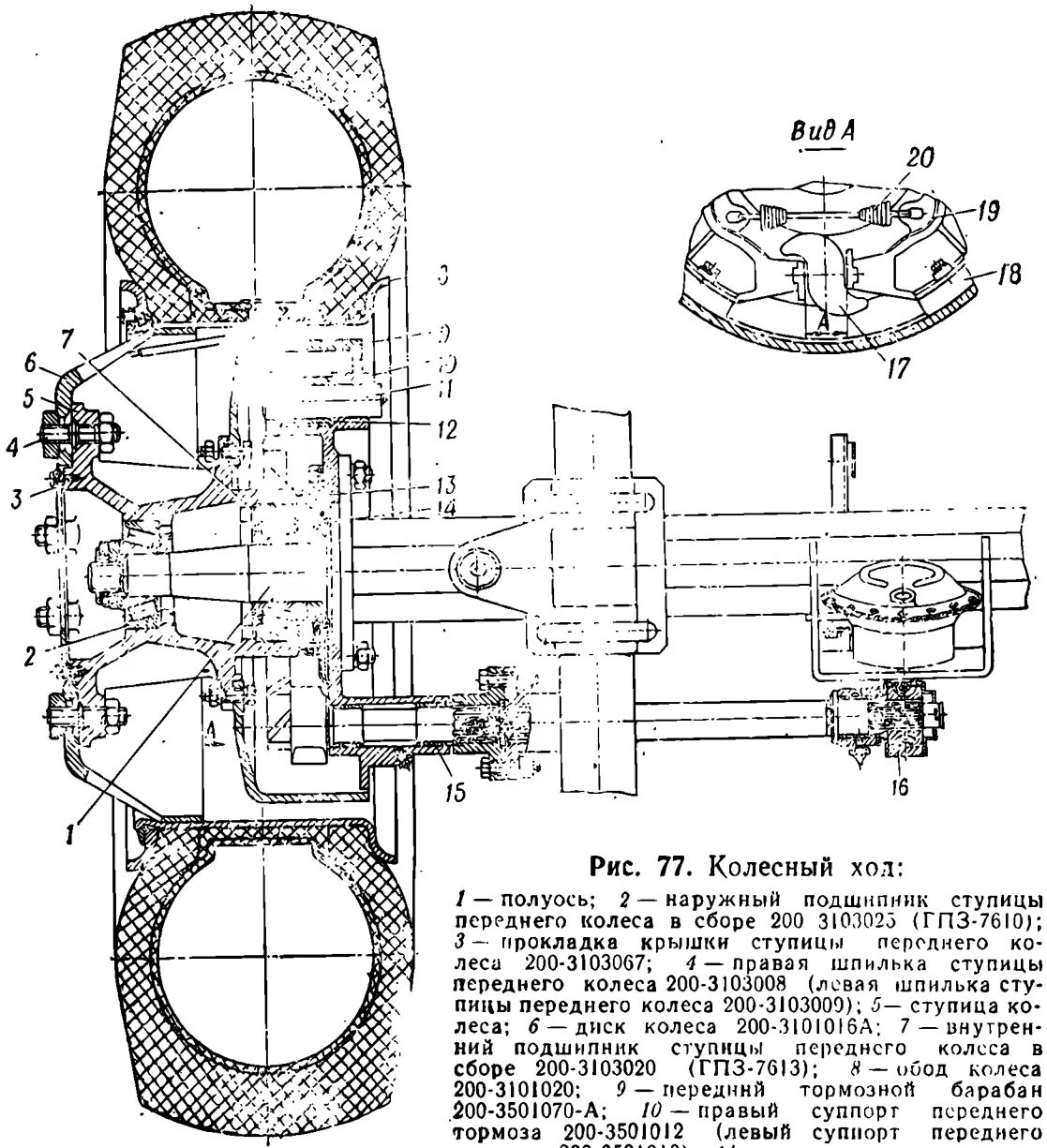


Рис. 77. Колесный ход:

1 — полуось; *2* — наружный подшипник ступицы переднего колеса в сборе 200 3103025 (ГПЗ-7610); *3* — прокладка крышки ступицы переднего колеса 200-3103067; *4* — правая шпилька ступицы переднего колеса 200-3103008 (левая шпилька ступицы переднего колеса 200-3103009); *5* — ступица колеса; *6* — диск колеса 200-3101016А; *7* — внутренний подшипник ступицы переднего колеса в сборе 200-3103020 (ГПЗ-7613); *8* — обод колеса 200-3101020; *9* — передний тормозной барабан 200-3501070-А; *10* — правый суппорт переднего тормоза 200-3501012 (левый суппорт переднего тормоза 200-3501013); *11* — ось колодки переднего тормоза 200-3501132; *12* — втулка колодки переднего тормоза 200-3501108; *13* — маслоуловитель переднего тормозного барабана 200-3103060-Б; *14* — сальник ступицы переднего колеса с обоймой в сборе 200-3103035; *15* — втулка суппорта переднего тормоза 200-3501016; *16* — регулировочный рычаг тормоза 200-3501136; *17* — правый разжимной кулак переднего тормоза 200-3501110-А (левый разжимной кулак переднего тормоза 200-3501111-А); *18* — фрикционная накладка колодки переднего тормоза 200-3501105; *19* — верхняя колодка переднего тормоза 200-3501090; *20* — пружина колодок переднего тормоза 200-3501034

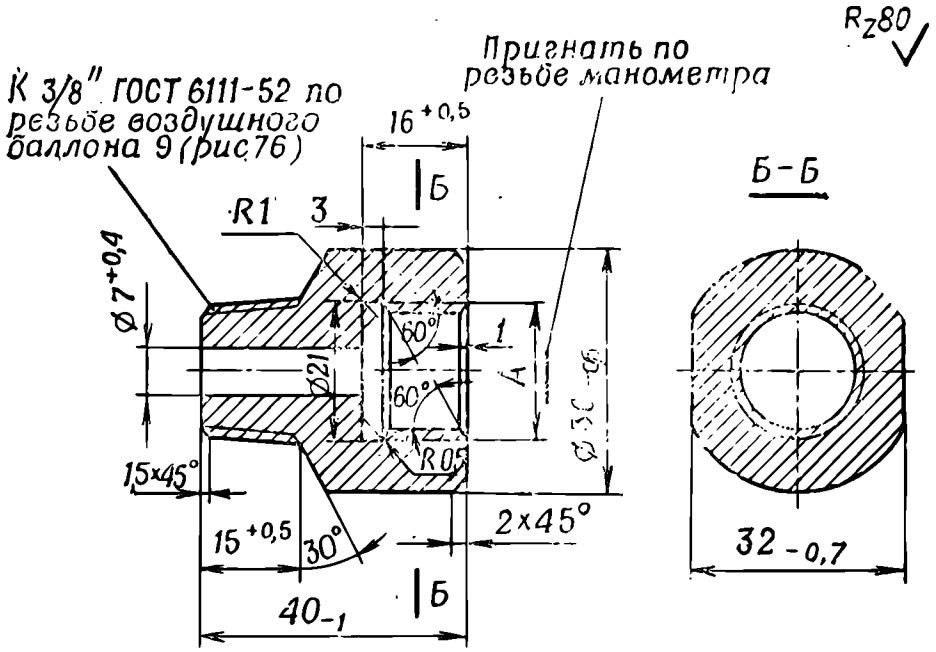


Рис. 78. Штуцер

9.2. УТЕЧКА ВОЗДУХА ИЗ СЕТИ ПИТАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТОРМОЗОВ

Проверить герметичность пневматического привода тормозов до торможения, для чего:

вывинтить из воздушного баллона *9* (рис. 76) пробку, вместо пробки ввинтить штуцер (рис. 78) и затянуть его, обеспечив герметичность соединения;

ввинтить в штуцер манометр 0—25 кгс/см², для герметичности соединения штуцера с манометром установить в штуцер уплотнительную прокладку;

присоединить головку *1* (рис. 76) рукава *2* к головке шланга, присоединенного к баллону со сжатым воздухом, снабженному краном и редуктором;

установить рукоятку крана *4* ручного управления тормозами вдоль воздухопровода;

смочить мыльным раствором соединения: рукава *2* с головкой *1* и с трубопроводом *3*, крана *4* ручного управления тормозами с трубопроводами *3* и *6*, пробки *22* крана ручного управления с корпусом *21* крана, клапана *7* тормоза с трубопроводами *5* и *6*, воздушного баллона *9* с трубопроводом *8*;

открыть кран баллона и, наблюдая за показанием манометра, довести давление в воздушном баллоне *9* до величины, равной штатному рабочему давлению в пневматическом приводе тормозов, после чего закрыть кран баллона и проверить:

1) герметичность соединения замка головок рукава и шланга;

2) просачивается ли воздух через соединения, указанные выше (определяется по появлению мыльных пузырьков), а также проверить по манометру падение давления в воздушном баллоне *9*.

Утечка воздуха через указанные соединения не допускается.

Падение давления допускается не более величины, указанной в эксплуатационной документации.

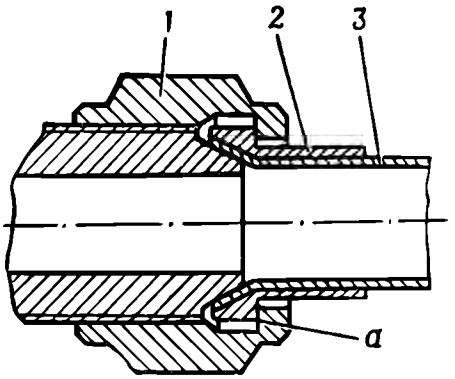


Рис. 79. Ниппельное соединение:

1 — накидная гайка; *2* — ниппель; *3* — труба; *а* — опориая поверхность ниппеля

Проверить герметичность пневматического привода тормозов в заторможенном положении, для чего:

смочить мыльным раствором соединения крышек с корпусами тормозных камер *13*, тормозных камер *13* с трубопроводами *11*, тройника *12* с трубопроводами *11* и рукавом *10*, клапана *7* тормоза с рукавом *10* и трубопроводом *5*, воздушного баллона *9* с трубопроводом *8*;

открыть кран баллона и, наблюдая за показанием манометра, довести давление в воздушном баллоне *9* до величины, равной штатному рабочему давлению в пневматическом приводе тормозов;

отсоединить головку *1* рукава от головки шланга баллона со сжатым воздухом (произвести торможение);

проверить, просачивается ли воздух в указанных выше соединениях, а также проверить по манометру падение давления в воздушном баллоне *9*.

Утечка воздуха через указанные соединения не допускается.

Падение давления допускается не более величины, указанной в эксплуатационной документации.

Причины неисправности:

а) Недостаточно затянуто ниппельное соединение трубопроводов накидной гайкой *1* (рис. 79).

Подтянуть ниппельное соединение накидной гайкой *1*.

б) Смятие опорных поверхностей *а* ниппеля *2* и гайки *1* или повреждение развальцованной части трубы *3*.

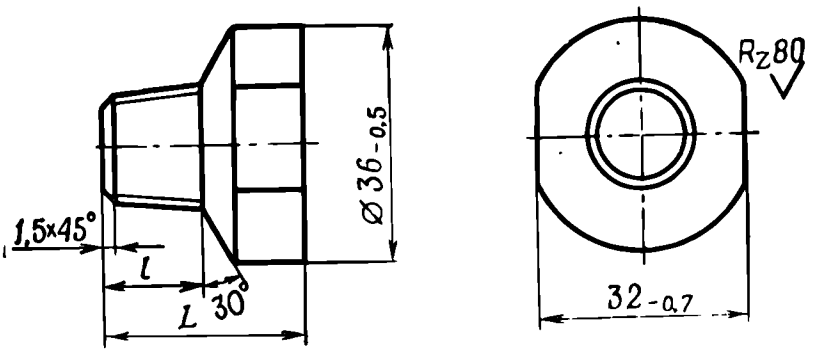
При смятии опорных поверхностей ниппеля и гайки заменить их новыми. Для замены ниппелей и накидных гаек необходимо отрезать развальцованный конец трубы *3*, снять поврежденные ниппель и гайку, установить на трубу новые гайку и ниппель и развальцевать конец трубы по конусу ниппеля бородком (угол конуса бородка должен соответствовать углу конуса ниппеля) или приспособлением для развальцовки труб.

При повреждении развальцованной части трубы отрезать

поврежденную часть и развальцевать конец трубы, как указано выше.

в) Излом или осадка пружины *23* (рис. 76) пробки крана ручного управления.

При утечке воздуха в сопряжении пробки крана с гнездом корпуса крана разобрать кран и осмотреть пружину.



№ пробки	l мм	L мм	Размеры резьбы
1	$20^{+0,5}$	35_{-1}	К 1/2", ГОСТ 6111-52, по резьбе корпуса клапана тормоза (рис. 82)
2	$13,5^{+0,5}$	28_{-1}	К 1/4", ГОСТ 6111-52, по резьбе корпуса 21 крана (рис. 76)

Материал: сталь 40 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 80. Пробка

При изломе или осадке пружины заменить ее новой.

г) Неплотно прилегает конус пробки *22* крана ручного управления к гнезду корпуса *21*.

Если после замены пружины *23* наблюдается утечка воздуха в сопряжении пробки с гнездом корпуса крана, удалить приподнятый металл и притереть конус пробки по гнезду корпуса крана (приложение 9).

После ремонта собрать кран и испытать его на герметичность, для чего:

установить ручку крана в положение, соответствующее положению во время движения;

отверстие *а* (рис. 76) корпуса крана соединить через редуктор с баллоном со сжатым воздухом;

отверстие *б* через трубопровод соединить с воздушным баллоном *9*;

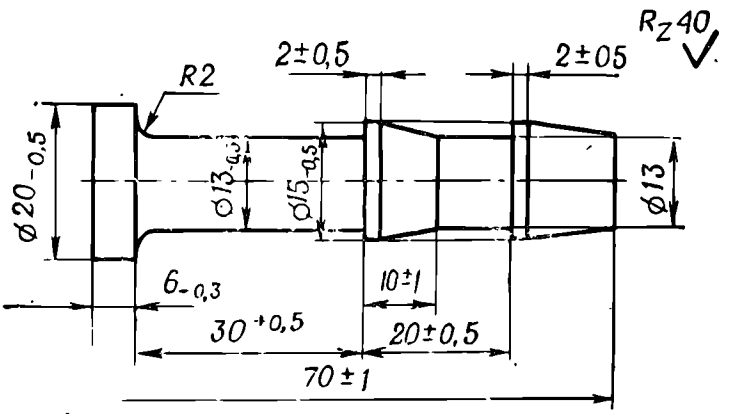
вывинтить из воздушного баллона *9* пробку и вместо нее ввинтить штуцер (рис. 78) с манометром 0—25 кгс/см²;

отверстие в корпусе крана с резьбой К 1/4" заглушить пробкой № 2 (рис. 80);

смочить мыльным раствором соединения с корпусом 21 (рис. 76) крана;

зарядить воздушный баллон 9 воздухом давлением 5,5 кгс/см², перекрыть подачу воздуха в воздушный баллон и выдержать систему под давлением в течение 10 мин.

Утечка воздуха в указанных выше соединениях не допускается.



Материал: сталь 25 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 81. Заглушка

Падение давления вследствие утечки воздуха через пробку крана допускается не более 0,5 кгс/см² в течение всего периода испытания.

д) Повреждение (надрыв, прокол, выпучивание) рукава 2.

Испытать рукав на прочность водой давлением 15 кгс/см² в течение 10 мин.

Просачивание воды, местные раздутия и разрывы рукава не допускаются.

После гидравлического испытания испытать рукав на герметичность воздушным давлением 10 кгс/см² в течение 10 мин.

Заглушка для рукава, применяемая при испытании, показана на рис. 81.

Падение давления и появление пузырьков воздуха в местах присоединения рукава не допускаются.

При падении давления испытать рукав в водяной ванне воздушным давлением 6 кгс/см² в целях выявления мест повреждения рукава.

При повреждении рукава отремонтировать его, как указано в подразд. 10.7.

После ремонта рукава испытать его воздушным давлением, как указано выше.

е) Повреждение (надрыв, трещины) уплотнительного кольца 27 (рис. 76) соединительной головки.

Заменить уплотнительное кольцо.

ж) Трещины и разрывы диафрагмы *24* тормозной камеры.

Снять и разобрать тормозную камеру, промыть детали (кроме диафрагмы) в бензине ГОСТ 2084—77. Диафрагму промыть водой, протереть насухо и осмотреть.

При наличии трещин и разрывов на диафрагме заменить ее.

При сборке тормозной камеры затяжку гаек, крепящих крышку к корпусу, производить равномерно. Затяжка должна обеспечивать герметичность без чрезмерного опрессования бортов диафрагмы.

По окончании сборки тормозную камеру испытать на герметичность воздушным давлением 7 кгс/см^2 в течение 10 мин. При испытании места стыков и соединений камеры смочить мыльным раствором.

Утечка воздуха через стыки и соединения камеры не допускается.

При подключении и отключении подачи воздуха шток тормозной камеры должен быстро, без заеданий выдвигаться и возвращаться в исходное положение.

з) Повреждение (надрыв, трещины) уплотнительного кольца *17* штока поршня в клапане тормоза, уплотняющего кольца *18* впускного клапана и уплотняющего кольца *20* седла выпускного клапана, манжеты *15* поршня, а также излом или осадка распорного кольца *14* манжеты поршня и пружин *16* и *19*.

Если после устранения указанных выше причин неисправности падение давления при проверке герметичности пневматического привода тормозов до торможения и в заторможенном положении будет более величин, указанных в эксплуатационной документации, то причиной утечки воздуха или повышенного падения давления могут быть:

1) при проверке герметичности пневматического привода тормозов до торможения — повреждение уплотнительного кольца *17*, уплотняющего кольца *18*, а также излом или осадка пружины *16*;

2) при проверке герметичности пневматического привода тормозов при торможении — повреждение манжеты *15*, уплотняющего кольца *20*, а также излом распорного кольца *14* и излом или осадка пружины *19* седла.

Отсоединить клапан тормоза от пневматического привода тормозов, разобрать клапан и осмотреть указанные детали.

При повреждении заменить уплотнительное *17* и уплотняющее *18* кольца новыми, а также манжету *15*, уплотняющее кольцо *20* и распорное кольцо *14*. При изломе или осадке пружин *16* и *19* заменить их.

При замене уплотняющего кольца *18* запрессовать его в гнездо впускного клапана и обжать обжимкой с конусом 60°, обеспечив при этом диаметр *A* не менее 18,5 мм. При выступа-

нии уплотняющего кольца над торцом гнезда клапана подрезать торец уплотняющего кольца заподлицо с торцом клапана.

Собрать клапан тормоза, при этом все обработанные и неокрашенные поверхности деталей, не соприкасающиеся с резиновыми деталями, смазать тонким слоем смазки.

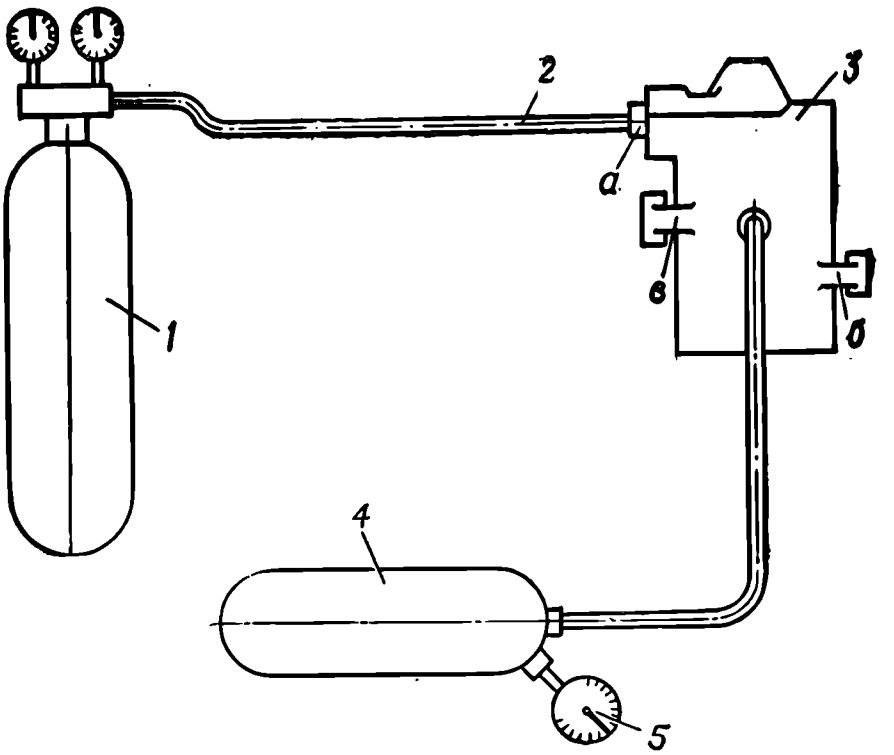


Рис. 82. Схема испытания клапана тормоза 5202-3522010 на герметичность:

1 — баллон для сжатого воздуха с редуктором; *2* — трубопровод; *3* — клапан тормоза 5202-3522010; *4* — воздушный баллон 127-3513007; *5* — манометр 0—25 кгс/см²; *а* — полость; *б*, *в* — каналы

После сборки клапан тормоза испытать на герметичность:

снять с полуприцепа воздушный баллон *9* и ввинтить в него вместо пробки штуцер (рис. 78) с манометром 0—25 кгс/см²;

подсоединить клапан тормоза согласно схеме (рис. 82), канал *в* в корпусе клапана заглушить пробкой № 1 (рис. 80), а канал *б* (рис. 82) оставить открытым;

отрегулировать редуктор баллона *1* на давление 8 кгс/см² и заполнить баллон *4* воздухом до давления 4,5—5 кгс/см², определяемого по манометру *5*;

прекратить подачу воздуха в баллон, закрыв кран баллона *1*, и выдержать систему под указанным давлением в течение 8 мин; за это время допускается падение давления не более 1 кгс/см²;

закрыть пробкой № 1 (рис. 80) канал *б* (рис. 82) и заполнить баллон *4* сжатым воздухом до давления 4,5—5 кгс/см²;

отключить тормозной клапан от баллона *1*, сообщив по-

лость *а* клапана тормоза с атмосферой, и определить по манометру *5* величину падения давления в воздушном баллоне; допускается падение давления не более 1 кгс/см² за 2,5 мин.

и) Трещины и пробоины в воздушном баллоне *9* (рис. 76).

Трещины и пробоины в корпусе воздушного баллона устранить способами, указанными в настоящем руководстве (подразд. 6.2).

После ремонта воздушный баллон испытать на прочность водой давлением 12 кгс/см² в течение 10 мин. Течь и пропуск воды через сварные швы, а также потение не допускаются.

Выдержавший гидравлическое испытание воздушный баллон испытать на герметичность воздухом давлением 8 кгс/см² в течение 10 мин с обмыливанием всех сварных швов. Утечка воздуха не допускается.

9.3. КОЛЕСА КОЛЕСНОГО ХОДА ИЗДЕЛИЯ НЕ ТОРМОЗЯТСЯ И НЕ РАСТОРМАЖИВАЮТСЯ ОТ РУЧНОГО ПРИВОДА ТОРМОЗОВ

Разгрузить домкратами колесный ход изделия так, чтобы колеса не касались земли.

Вручную придать вращение колесам, затем ручным приводом затормозить их. Заторможенные колеса не должны вращаться от усилия двух человек (на каждое колесо).

Выключить тормоза ручным приводом тормозов. Колеса должны растормозиться, что проверяется поворотом колес вручную. Колеса должны свободно вращаться.

Проверку торможения и растормаживания произвести не менее трех раз.

Причины неисправности:

а) Не отрегулированы тормоза и ручной привод тормозов.

Отрегулировать тормоза и ручной привод согласно указаниям эксплуатационной документации.

б) Излом или растяжение пружины *20* (рис. 77) колодок тормоза.

Снять колеса с оси колесного хода. Повернуть регулировочные рычаги *16* так, чтобы разжимные кулаки *17* развели тормозные колодки, и отпустить регулировочные рычаги.

Под действием пружины *20* колодки должны энергично возвратиться в первоначальное положение.

Если колодки не возвращаются в первоначальное положение (не стягиваются пружиной), заменить пружину.

в) Наличие смазки на фрикционных накладках *18* тормозных колодок.

Снять колеса и тормозные колодки с колесного хода. Промыть фрикционные накладки бензином ГОСТ 2084—77 и просушить.

г) Износ фрикционных накладок *18* тормозных колодок.

Измерить внутренний диаметр тормозного барабана *9*, расстояние *A* и толщину фрикционных накладок *18*. Внутренний диаметр тормозного барабана должен быть не более 445 мм,

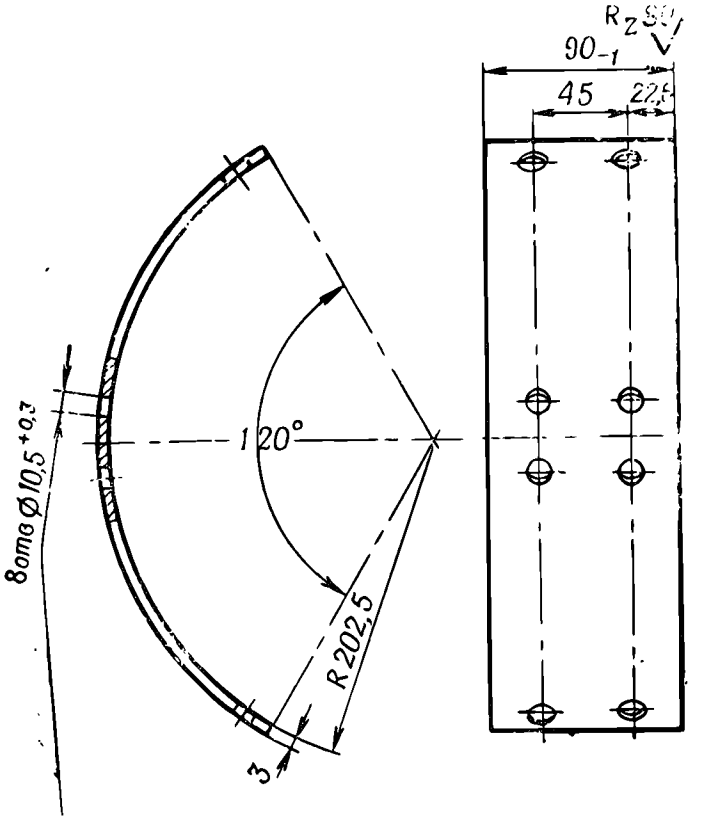


Рис. 83. Прокладка

расстояние *A* — не более 44 мм, а толщина фрикционных накладок — не менее 12 мм.

Расстояние *A* измерять в заторможенном положении тормозных колодок.

Одновременно проверить наличие трещин и сколов на тормозных колодках; трещины и сколы на колодках не допускаются.

При внутреннем диаметре тормозного барабана более 445 мм заменить тормозной барабан.

При расстоянии *A* более 44 мм и толщине фрикционной накладки более 12 мм изготовить прокладки (рис. 83), поставить

их под изношенные фрикционные накладки и обработать последние (рис. 84). Обработку фрикционных накладок производить одновременно на спаренных колодках, при этом установить колодки по размерам, указанным на рис. 84.

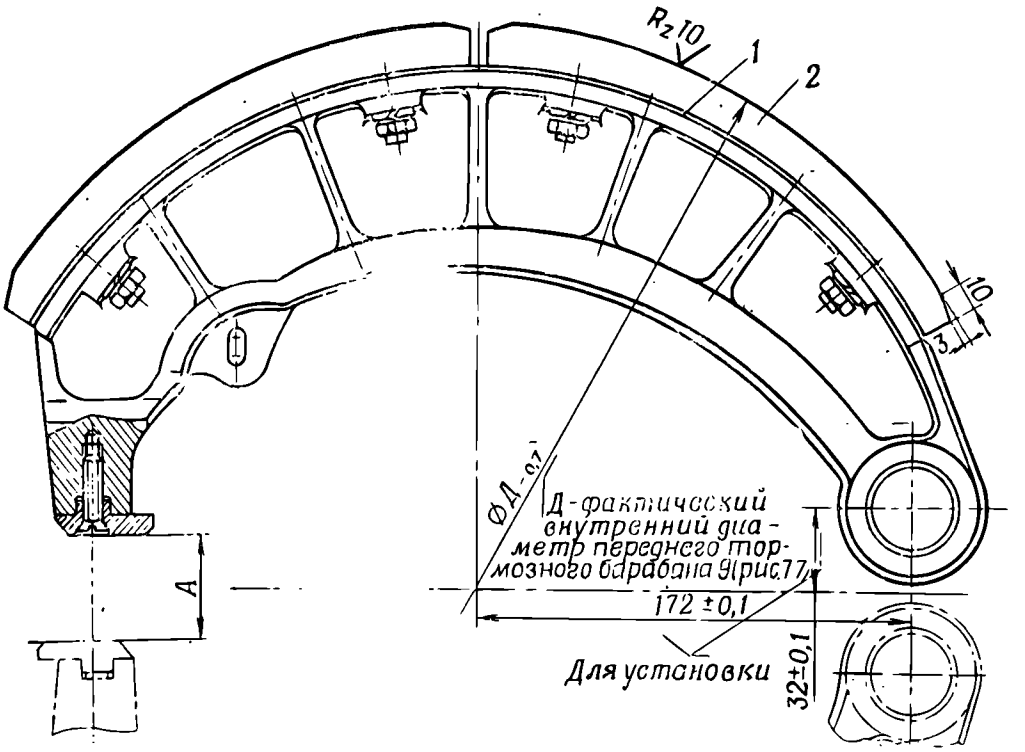


Рис. 84. Верхняя колодка переднего тормоза 200-3501090:
1 — прокладка; *2* — фрикционная накладка колодки переднего тормоза 200-3501105

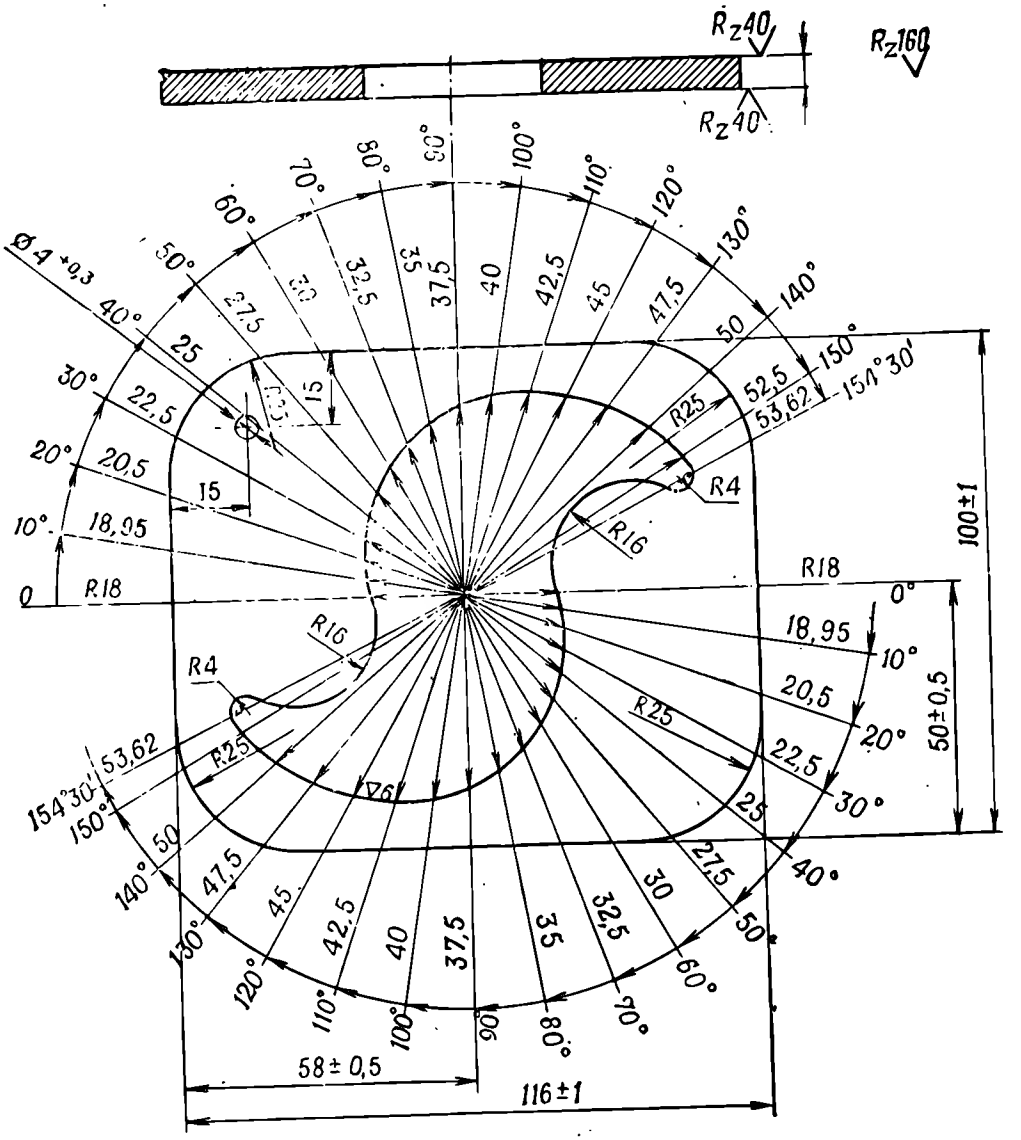
При расстоянии *А* более 44 мм, а также при наличии прокладок под фрикционными накладками и толщине последних менее 12 мм заменить фрикционные накладки новыми и обработать их, как указано выше.

После замены фрикционных накладок произвести регулировку тормозов колес согласно указаниям эксплуатационной документации.

д) Износ разжимных кулаков *17* тормозов.

Снять разжимные кулаки и проверить, нет ли трещин и излома разжимных кулаков. Трещины и излом не допускаются.

Проверить зазор между профильным шаблоном (рис. 85) и профилем разжимного кулака. Зазор должен быть не более 0,8 мм. При зазоре более 0,8 мм, трещинах и изломе заменить разжимной кулак.



Материал: сталь 50 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 85. Шаблон

9.4. КОЛЕСА КОЛЕСНОГО ХОДА ИЗДЕЛИЯ НЕ ТОРМОЗЯТСЯ ИЛИ НЕ РАСТОРМАЖИВАЮТСЯ ОТ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТОРМОЗОВ

Проверку действия пневматического привода тормозов производить после проверки действия тормозов от ручного управления и устранения причин, вызывающих ненормальную работу тормозов (подразд. 9.3).

Проверить действие пневматического привода тормозов в следующем порядке:

разгрузить домкратами колесный ход изделия так, чтобы колеса не касались земли;

к воздушному баллону *9* (рис. 76) присоединить манометр 0—25 кгс/см^2, как указано в подразд. 9.2;

присоединить головку *1* рукава *2* к головке шланга, присоединенного к баллону со сжатым воздухом, снабженному краном и редуктором;

установить рукоятку крана *4* ручного управления тормозами вдоль воздухопровода;

открыть кран баллона со сжатым воздухом и довести давление в воздушном баллоне до величины, равной штатному рабочему давлению в пневматическом приводе тормозов, после чего закрыть кран баллона;

придать вращение колесам вручную;

затормозить колеса, отсоединив головку *1* рукава изделия от головки шланга баллона со сжатым воздухом; колеса должны затормозиться и оставаться заторможенными не менее 3 мин. Заторможенные колеса не должны проворачиваться от усилия двух человек (на каждое колесо);

растормозить колеса, для чего присоединить головку *1* рукава к головке шланга баллона со сжатым воздухом, открыть кран баллона и довести давление в воздушном баллоне до величины штатного давления (см. выше); колеса должны растормозиться, что проверяется проворотом колес вручную; колеса должны свободно вращаться.

В процессе проверки действия пневматического привода тормозов проследить за движением штоков в тормозных камерах. При понижении давления в сети питания (торможение) штоки должны энергично выходить из тормозных камер, а при повышении давления в сети питания (растормаживание) штоки должны энергично возвратиться в исходное положение.

Проверить длину хода штоков в тормозных камерах, а также разность между величинами хода штоков правой и левой тормозных камер; длина хода штоков и разность между величинами хода штоков должны находиться в пределах, указанных в эксплуатационной документации.

Проверку затормаживания и растормаживания колес производить не менее трех раз.

Причины неисправности:

а) См. подразд. 9.3.

б) Излом или осадка пружин *25* и *26* тормозной камеры.

Если при проверке действия пневматического привода тормозов штоки тормозных камер не энергично возвращаются в исходное положение при растормаживании колес, разобрать тормозные камеры и осмотреть пружины.

При изломе пружин или высоте их в свободном состоянии менее величин, указанных в эксплуатационной документации, заменить пружины.

в) Повреждение (надрыв, прокол, выпучивание) рукава *2*.

См. подразд. 9.2, «д».

9.5. ШАТКОСТЬ ВТУЛКИ В КОЛОДКАХ ТОРМОЗА

Проверить плотность посадки втулки *12* (рис. 77) в тормозной колодке легкими ударами молотка. Шаткость втулки не допускается.

При шаткости заменить втулку новой.

9.6. ИЗНОС В СОПРЯЖЕНИИ ОТВЕРСТИЯ ВТУЛКИ С ОСЬЮ КОЛОДКИ ТОРМОЗА

Измерить диаметр отверстия втулки *12* (рис. 77) и оси *11*. Разность диаметров должна быть не более 0,5 мм.

При разности диаметров более 0,5 мм заменить втулку новой.

Если после замены втулки разность диаметров будет более 0,5 мм, заменить ось *11*.

9.7. ИЗНОС В СОПРЯЖЕНИИ ОТВЕРСТИЯ СУППОРТА С ОСЬЮ КОЛОДКИ ТОРМОЗА

Измерить диаметр отверстия суппорта *10* (рис. 77) и оси *11*. Разность диаметров должна быть не более 0,5 мм.

При разности диаметров более 0,5 мм расточить отверстие в суппорте до диаметра $38^{+0,05}$ мм, изготовить втулки из стали 40 ГОСТ 1050—74 (размеры втулок: наружный диаметр $38^{+0,11}_{+0,06}$ мм, диаметр отверстия $32^{+0,05}$ мм, длина втулок 44 и 18 мм) и запрессовать их в отверстия суппорта.

Если после замены втулок разность диаметров будет более 0,5 мм, заменить ось колодки тормоза новой.

9.8. ШАТКОСТЬ ВТУЛОК В СУППОРТЕ

Проверить плотность посадки втулок *15* (рис. 77) в суппорте легкими ударами молотка. Шаткость втулок не допускается.

При шаткости заменить втулки новыми.

9.9. ИЗНОС В СОПРЯЖЕНИИ ОТВЕРСТИЯ ВТУЛКИ С ШЕЙКОЙ РАЗЖИМНОГО КУЛАКА

Измерить диаметр отверстия втулок *15* (рис. 77) и диаметр шейки разжимного кулака *17* (правого и левого). Разность диаметров должна быть не более 0,5 мм.

При разности диаметров более 0,5 мм заменить втулки новыми.

Если после замены втулок разность диаметров будет более 0,5 мм, заменить правый и левый разжимные кулаки.

9.10. ТУГОЙ ХОД КОЛЕС

Разгрузить домкратами колесный ход изделия так, чтобы колеса не касались земли.

Выключить ручным приводом тормоза и проверить вращение колес, для чего придать колесам вращение от руки.

Колеса должны свободно вращаться; при вращении не должно быть заметного осевого люфта.

Причины неисправности:

а) Чрезмерно поджаты подшипники *2* (рис. 77) и *7*.

Отрегулировать поджатие подшипников согласно указаниям инструкции по эксплуатации изделия.

б) Излом подшипников *2* и *7*.

Заменить подшипники.

9.11. ТЕЧЬ СМАЗКИ ИЗ СТУПИЦЫ КОЛЕСА

Течь смазки не допускается.

Причины неисправности:

а) Повреждение прокладки *3* (рис. 77) крышки ступицы.

Заменить прокладку новой.

б) Износ манжеты сальника *14* ступицы и сальника маслоуловителя *13* тормозного барабана.

При износе манжеты сальника ступицы и сальника маслоуловителя смазка из ступицы просачивается через сальники и попадает на поверхности фрикционных накладок и тормозного барабана.

Если смазка просачивается из-под сальников, заменить сальник *14* и маслоуловитель *13*.

9.12. ОСЛАБЛЕНИЕ ПОСАДКИ НАРУЖНЫХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ В СТУПИЦЕ И ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ ЭТИХ ПОДШИПНИКОВ НА ОСИ КОЛЕСНОГО ХОДА

Снять ступицу колеса и опробовать рукой, нет ли шаткости наружных колец подшипников *7* (рис. 77) и *2* в ступице *5*.

При шаткости вынуть наружные кольца подшипников из ступицы и измерить диаметры гнезд ступицы и наружных колец подшипников. Разность диаметров в сопряжении гнезда ступицы с наружным кольцом подшипника *7* должна быть не более 0,06 мм, а в сопряжении гнезда ступицы с наружным кольцом подшипника *2* — не более 0,05 мм.

Затем снять внутренние кольца подшипников с шеек полуосей оси колесного хода. Измерить диаметры отверстий внутренних колец подшипников и диаметры шеек полуосей *1*.

Разность диаметров в сопряжении внутреннего кольца подшипника *7* с шейкой полуоси должна быть не более 0,15 мм,

а в сопряжении внутреннего кольца подшипника *2* с шейкой полуоси — не более 0,12 мм.

При разности диаметров в сопряжениях ступицы с наружными кольцами подшипников более указанных выше величин поставить втулки в ступицу согласно указаниям эксплуатационной документации.

При разности диаметров в сопряжениях полуосей с внутренними кольцами подшипников более указанных выше величин полуоси подлежат капитальному ремонту.

9.13. ОСЛАБЛЕНИЕ ПОСАДКИ ШПИЛЕК В СТУПИЦЕ КОЛЕСА

Снять колеса со ступиц. Свинтить на один-два оборота гайки со шпилек *4* (рис. 77) и опробовать шпильки на шаткость легким обстукиванием шпилек; шаткость не допускается.

При шаткости выбить шпильки из ступицы *5*. Измерить диаметры отверстий в ступице (для шпилек) и диаметры шпилек.

Диаметр отверстий в ступице должен быть не более 20,12 мм, а диаметры шпилек — не менее 19,98 мм.

При диаметре отверстий в ступице более 20,12 мм поставить втулки в ступицу согласно указаниям эксплуатационной документации. При диаметре шпилек менее 19,98 мм заменить шпильки новыми.

9.14. ТРЕЩИНЫ И ВЫКОЛЫ НА СТУПИЦЕ, ТОРМОЗНОМ БАРАБАНЕ, ДИСКЕ И ОБОДЕ КОЛЕСА

При наличии трещин и выколов на ступице *5* (рис. 77) и тормозном барабане *9* любого характера и расположения заменить ступицу и тормозной барабан.

Трещины на диске *6*, которые выходят из его центрального отверстия и проходят не более чем через три отверстия под шпильки крепления диска, заварить электродом Э42А и обработать сварные швы заподлицо с плоскостью диска.

При наличии трещин в сварных швах, соединяющих обод с диском колеса, удалить поврежденные участки шва и заварить вновь электродом Э42А (подразд. 6.2 и приложение 10).

Заварку трещин в диске производить при снятой покрышке.

При трещинах в диске более указанных величин, а также при выколах на ободе *8* или диске заменить колесо.

10. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ

10.1. УКАЗАНИЯ ПО ОТЫСКАНИЮ И УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ

Гидравлические и пневматические устройства должны удовлетворять следующим техническим требованиям:

перемещение подвижных частей изделия, приводимых в движение гидравлическим или пневматическим приводом, должно происходить плавно, равномерно, без рывков и вибраций;

должно обеспечиваться плавное, без рывков и ударов реверсирование движения;

давление жидкости и газа в напорных магистралях должно находиться в пределах, указанных в частных руководствах;

не допускается утечка жидкости и газа в соединениях деталей и узлов (требования герметичности), кроме случаев, указанных в частных руководствах.

Проверку технического состояния гидравлических и пневматических устройств (на собранном изделии) производить согласно указаниям частных руководств. При обнаружении неисправности в каком-либо узле гидро- или пневмоустройства необходимо устранить ее и только после этого переходить к проверке других узлов.

При осмотре деталей и сборочных единиц гидравлических, пневматических и гидропневматических устройств обращать особое внимание на состояние рабочих цилиндров, штоков, резьб для крышек, корпусов, сальников и крепления штоков. Не допускается наличие ржавчины, нарушения хромового покрытия; овальность и конусность штоков и цилиндров не должны превышать пределы, указанные в эксплуатационной документации.

Сосуды (баки, баллоны, котлы, цистерны, трубопроводы, корпуса клапанов, редукторов, вентилей и т. п.), признанные неисправными при проверке на собранном изделии, после демонтажа их с изделия должны быть испытаны на прочность и

герметичность сварных и других соединений, а также для выявления возможных трещин.

Перед испытанием штатные измерительные приборы (указатели уровня, термометры, манометры и др.) с испытываемых узлов должны быть сняты, а отверстия закрыты технологическими пробками.

Способы и режимы испытаний указываются в эксплуатационной документации. Сосуды в зависимости от величины рабочего давления жидкости или газа разделяются на:

сосуды, работающие под давлением свыше 0,7 кгс/см^2;

сосуды, работающие под давлением ниже 0,7 кгс/см^2.

Сосуды, работающие под давлением свыше 0,7 кгс/см^2, дефектировать и испытывать в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением Госгортехнадзора СССР, объявленными приказом МО.

Правила Госгортехнадзора не распространяются на сосуды вместимостью до 25 л, у которых произведение вместимости в литрах на рабочее давление в атмосферах не превышает 200.

Сосуды (сварные, литые, кованые и клепаные), на которые распространяются правила Госгортехнадзора, если нет на то особых указаний в эксплуатационной документации, испытывать гидравлическим давлением согласно табл. 10.

Таблица 10

Наименование сосуда	Рабочее давление P, кгс/см^2	Испытательное давление
Все сосуды, кроме литых	Ниже 5	$1{,}5P$, но не менее 2 кгс/см^2
То же	5 и выше	$1{,}25P$, но не менее $P+3$ кгс/см^2
Литые сосуды	Независимо от давления	$1{,}5P$, но не менее 3 кгс/см^2

При испытании на герметичность цилиндров противооткатных устройств артиллерийских орудий при отсутствии данных о величине давления при испытании испытательное давление принимать равным удвоенному начальному давлению в накатнике, указанному в руководстве службы.

Цилиндры гидропневматических уравновешивающих механизмов артиллерийских орудий (если нет данных о величине давления при испытании) испытывать на герметичность давлением, превышающим в 1,5 раза рабочее давление, указанное в руководстве службы.

При гидравлических и пневматических испытаниях сосудов испытательное давление, если нет на то особых указаний в частных руководствах по ремонту, выдерживать в течение 5 мин,

после чего давление снизить до рабочего, которое сохранять в течение всего времени, необходимого для осмотра сосуда.

Увеличение давления до испытательного и снижение его до рабочего необходимо производить плавно.

При гидравлических испытаниях производить осмотр и легкое обстукивание сварных швов молотком массой от 0,5 до 1,5 кг в зависимости от толщины стенки сосуда.

При пневматических испытаниях обстукивание сварных швов молотком не допускается; герметичность сварных швов и разъемных соединений проверять мыльным раствором.

При осмотре сосуда не допускается:

при гидравлическом испытании — потение, течь и пропуск жидкости в виде капель;

при пневматическом испытании — появление пузырьков воздуха.

Проверку герметичности деталей и узлов пневматических устройств при отсутствии источника давления воздуха (баллона со сжатым воздухом или компрессорной станции) допускается производить на собранном изделии при проверке функционирования пневматической системы. При этом детали и узлы должны быть предварительно (до установки их на изделие) испытаны на прочность гидравлическим давлением согласно указаниям эксплуатационной документации.

Детали гидравлических и певматических устройств непосредственно перед окончательной сборкой должны быть тщательно промыты и просушены. Рабочие места, на которых производится сборка гидравлических и пневматических устройств, должны содержаться в чистоте. На данном рабочем месте не допускается выполнение работ, связанных со снятием стружки, и работ, не связанных со сборкой гидравлических и пневматических устройств.

Характерные неисправности при работе гидравлических и пневматических устройств на изделии приведены ниже.

10.2. НАРУШЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ В СОЕДИНЕНИЯХ

При утечке жидкости или газа в соединениях деталей и узлов с трубопроводами, а также в соединениях магистральных трубопроводов между собой необходимо произвести поджатие уплотнительных соединений или затяжку крепежных деталей.

Если утечка жидкости или газа не прекратится, заменить уплотнительные детали согласно указаниям частных руководств. Если причиной негерметичности в соединении медных трубопроводов является повреждение развальцованной поверхности трубопровода (вмятины, забоины и др.), необходимо выполнить следующее:

отрезать ножовкой поврежденную развальцованную часть трубопровода;

отжечь конец трубки;

зачистить внутреннюю и наружную поверхности конца трубопровода мелкой наждачной шкуркой;

надеть на трубопровод ниппель и накидную гайку;

развальцевать конец трубопровода кернером или бородком.

При наличии разрывов, трещин или пробоин на трубопроводах отремонтировать их согласно указаниям подразд. 10.7.

При обнаружении негерметичности фланцевых соединений арматуры при замене уплотнительных прокладок в этих соединениях необходимо проверить состояние торцовых поверхностей выступов фланцев, которые поджимают уплотнительные прокладки. Намины, царапины и другие дефекты на торцах выступов удалять снятием минимально необходимого слоя металла.

Контроль герметичности соединений пневмосистемы производить обмыливанием или по падению давления, проверяемому с помощью манометров согласно указаниям частных руководств.

Допустимую утечку воздуха при проверке герметичности деталей и сборочных единиц, заданную в л/мин, проверять, как указано в подразд. 10.14.

10.3. НЕРАВНОМЕРНОЕ (С РЫВКАМИ) ДВИЖЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ИЗДЕЛИЯ ПРИ РАБОТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Причины неисправности:

а) Наличие воздуха в гидросистеме.

При неравномерном, толчкообразном движении исполнительного механизма при работе гидравлического устройства проверить наличие воздуха в гидросистеме. Наличие воздуха определяется по появлению пены на поверхности жидкости в емкости или по дрожанию стрелки манометра в напорной магистрали. Для удаления воздуха из гидросистемы необходимо вывинтить пробки для спуска воздуха и произвести прокачку жидкости до вытекания ее из отверстия сплошной струей. В механизмах, в которых отсутствуют пробки для спуска воздуха, необходимо включить насос и на холостом ходу в течение 3—5 мин произвести прокачивание жидкости до удаления из нее воздуха.

Если в гидросистеме вновь окажется воздух, необходимо заменить сальниковые уплотнения на валу гидронасоса, произвести подтягивание крепежных деталей в соединениях трубопроводов во всасывающей (напорной) магистрали и удалить воздух из гидросистемы, как указано выше.

После удаления воздуха из гидросистемы долить рабочую жидкость в емкость до нормы (при необходимости) и проверить плавность движения исполнительного механизма.

б) Нарушение регулировки предохранительного клапана (осадка пружины).

При нарушении регулировки предохранительного клапана (в случае осадки пружины) давление срабатывания клапана становится равным рабочему давлению во всасывающей маги-

страли, происходит периодическое открывание клапана и пропускание жидкости в емкость.

Снять клапан с изделия и отрегулировать его согласно указаниям частного руководства. Если отрегулировать клапан не представляется возможным, заменить пружину клапана и произвести его регулировку.

в) Неисправен гидравлический насос.

Отремонтировать или заменить насос согласно указаниям частного руководства.

10.4. ШУМ ПРИ РАБОТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА

а) Засорение всасывающего трубопровода, фильтра или сапуна.

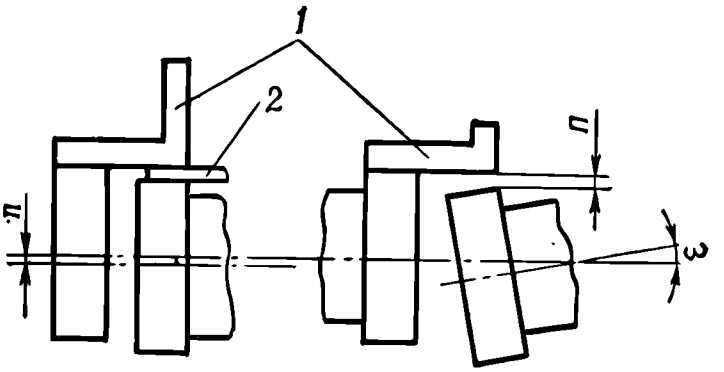


Рис. 86. Проверка центровки полумуфт:
1 — угольник; *2* — щуп; *n* — радиальный зазор; *ω* — угол поворота оси вала

Снять указанные детали с изделия, промыть их уайт-спиритом или бензином Б-70, продуть сжатым воздухом и установить на изделие. При необходимости произвести фильтрацию или замену рабочей жидкости.

б) Наличие подсоса воздуха во всасывающем трубопроводе.

Произвести подтягивание крепежных деталей всасывающего трубопровода в местах присоединения его к емкости с рабочей жидкостью и насосу. При необходимости заменить уплотнительные детали в указанных соединениях.

в) Нарушение установки (соосности) насоса и электродвигателя.

Валы насоса и электродвигателя должны быть строго сцентрированы. Допустимые величины несоосности валов и угла перекоса осей не должны превышать пределов, указанных в частных руководствах. Если данные величины в частных руководствах не приведены, то дефектами следует считать несоосность вала насоса и двигателя более 0,3 мм и перекос осей более 1°. Проверку соосности валов при соединении их муфтами производить с помощью угольника и щупа, как указано на рис. 86, а в случае их отсутствия — непосредственно по поверхностям концов вала.

При проверке по полумуфтам валы установить так, чтобы торцовые плоскости полумуфт были параллельны и расположены концентрично. Для этого необходимо совпадение образующих цилиндрических поверхностей обеих полумуфт и равенство зазоров между их торцами в любом положении.

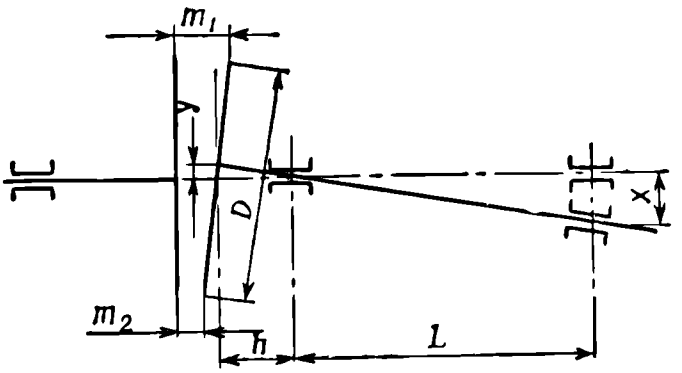


Рис. 87. Центровка валов по полумуфтам

Величину смещения x (рис. 87) с достаточной степенью точности можно определить по формуле

$$x = \frac{mL}{D},$$

где $m = m_1 - m_2$;

L — расстояние между средними плоскостями подшипников;

D — диаметр полумуфты.

Полумуфта центруемого вала смещается по окружности на величину

$$y = \frac{xh}{L},$$

где h — расстояние между торцом муфты и средней плоскостью подшипника.

В табл. 11 и 12 приведены справочные данные по допускам на центровку по полумуфтам.

Таблица 11

Допуски на перекос и параллельное смещение осей при проверке соосности узлов оборудования

Тип муфты	Диаметр муфты, мм	Допуск на перекос на 1 м длины, мм	Допуск на параллельное смещение, мм
Зубчатые	До 300	0,5	0,3
	300—500	1	0,8
Пальцевые	До 300	0,2	0,05
	300—500	0,2	0,1
Упругие со змеевидной пружиной	До 200	1	0,1
	200—400	1	0,2
Жесткие компенсирующие	До 300	0,8	0,1
	300—600	1,2	0,2

Таблица 12

Допускаемые отклонения центровки валов для машин ротационного типа

Тип муфты	По торцу полумуфт на диаметре до 400 мм, не более, мм	По окружности полумуфт, не более, мм
Жесткие	0,02	0,03
Полужесткие	0,04	0,04
Эластичные	0,05	0,1

Измерение величины перекоса осей валов производить с помощью квадранта.

На изделиях, у которых гидравлический насос с коробкой отбора мощности двигателя соединяется шлицевым валиком, должно быть обеспечено свободное (от усилия руки) перемещение валика в осевом направлении.

г) Ослабление крепления трубопроводов.

Трубопроводы должны быть надежно закреплены в местах присоединения их к деталям и узлам гидравлического привода и корпусу изделия без шаткости.

При шаткости трубопроводов произвести подтягивание накидных гаек.

10.5. РЕМОНТ СИЛОВЫХ ЦИЛИНДРОВ И ГИДРОДОМКРАТОВ

10.5.1. Вмятины и пробоины в цилиндрах

Работы по ремонту цилиндров постановкой накладок и заваркой пробоин допускаются только в военное время; в мирное время цилиндры подлежат замене.

Вмятины в воздушных цилиндрах допускаются, если отсутствуют трещины или если вмятины не мешают разборке и сборке цилиндров.

Вмятины в воздушных цилиндрах, которые не могут быть оставлены или выправлены, удалить, вырезав поврежденные места и заделав их накладками (приложение 24). Пробоины до 15 мм в воздушных цилиндрах заварить, а свыше 15 мм — заделать накладками.

Если размеры пробоин больше предельных размеров, указанных в частных руководствах, заменить цилиндр.

Цилиндры гидравлических устройств, имеющие выпучины и пробоины, которые не могут быть удалены, ремонтировать, как указано в приложении 24. При наличии таких выпучин предварительно вырезать в цилиндрах поврежденные места. Если размеры пробоин больше предельных размеров, указанных в частных руководствах, заменить цилиндры.

10.5.2. Изгиб штоков

Проверить, нет ли изгиба штока. Для этого установить проверяемый шток гладкими (без резьбы) концами на призмах, поставленных на разметочной плите (рис. 88) или на верстаке (столе), измерить максимальную величину биения и отметить направление изгиба.

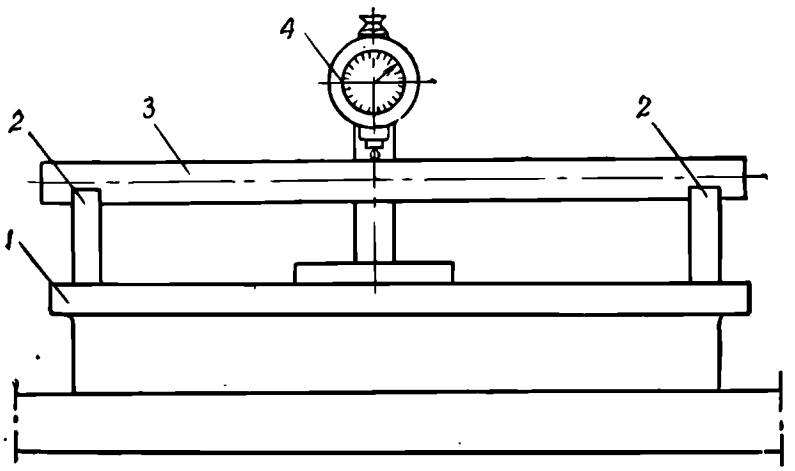


Рис. 88. Проверка биения штока:
1 — разметочная плита; *2* — призма; *3* — шток; *4* — индикатор

Максимальная величина биения штока не должна превышать предельной величины, указанной в частном руководстве. При этом необходимо учитывать, что в некоторых частных руководствах вместо биения указана стрела прогиба, равная половине величины биения (например, при стреле прогиба 0,6 мм биение равно 1,2 мм). Величину биения измерять с помощью индикатора, штангенрейсмуса, а также рейсмуса и щупа.

Измерение индикатором. Установить индикатор стойкой на разметочной плите так, чтобы стержень индикатора был прижат к поверхности штока. Медленно поворачивая шток на один оборот, следить за показаниями стрелки индикатора. Разность максимального и минимального показаний индикатора будет величиной биения штока.

Измерение рейсмусом и щупом. Медленно поворачивая шток, установить рейсмус так, чтобы его конец касался поверхности штока в максимальной для данного сечения точке биения. Затем повернуть шток так, чтобы между концом рейсмуса и поверхностью штока зазор стал максимальным, и измерить зазор щупом. Величина этого зазора будет величиной биения штока.

Измерение штангенрейсмусом. Прижимая губку штангенрейсмуса к поверхности штока, медленно повернуть шток на один оборот. Разность максимального и минимального показаний на нониусе штангенрейсмуса будет величиной биения штока.

При биении штока более допустимой величины выправить шток без нагрева.

Сборку гидравлических и пневматических устройств с выправленным штоком производить не раньше чем через сутки после правки штока. Перед сборкой проверить величину биения; если она больше допустимой, произвести дополнительную правку. В военное время сборку гидравлических и пневматических устройств разрешается производить непосредственно после правки штока.

10.5.3. Ржавчина на деталях и нарушение хромовых покрытий

Потемнение металла в местах соприкосновения с воротниками, манжетами и сальниками, ржавчина и нарушение хромовых покрытий не допускаются.

Ржавчину и потемнение на наружных и внутренних нехромированных поверхностях деталей удалять шлифовкой пораженных участков чистой ветошью или пеньковой веревкой. При этом разрешается применять мелкий порошок древесного угля, смешанный с жидкостью, которой заполняется данное гидравлическое устройство.

При наличии доступа к внутренним поверхностям воздушных цилиндров ржавчину удалять, производя местную зачистку шлифовальной шкуркой, стальной щеткой и кардолентой (кроме рабочих цилиндров).

После удаления ржавчины на нехромированных поверхностях штоков и цилиндров допускаются раковины со сглаженными краями и не выведенные при шлифовке царапины, если они не вызывают ускоренного износа деталей (особенно уплотнителей) или течи жидкости через уплотнения.

При потемнении слоя хрома (кольца и пятна светло-желтого цвета) промыть потемневшие места бензином или уайт-спиритом и протереть чистой марлей или салфеткой. Если после этого потемнение не исчезнет, вторично не выводить его. Применять для удаления потемнения с хромированных поверхностей другие способы и материалы **запрещается.** На трущихся поверхностях цилиндров и штоков допускаются не выведенные при шлифовке отдельные резцовины и царапины, не вызывающие задирания или ускоренный износ воротников и сальников, а также нарушения герметичности в соединениях.

В случае обнаружения на местах, подвергавшихся очистке, незначительного разъедания слоя хрома в виде отдельных точек сменить сальниковую набивку и воротники, соприкасающиеся с указанными местами. Промыть пораженные места уайт-спиритом, протереть и смазать смазкой. Записать в формуляре изделия характер нарушения хромового покрытия, указав места нарушения покрытия.

При повреждении (трещины, выколы, выпучивание, раковины и т. п.) слоя хрома у штоков и рабочих цилиндров гидравлических устройств заменить цилиндры и штоки. При отсутствии запасных собранных цилиндров допускается временно эксплуатировать цилиндры, имеющие повреждения хрома, при условии отсутствия течи жидкости через уплотняющие или сальниковые устройства штоков и цилиндров. При получении запасных цилиндров цилиндры с поврежденным слоем хрома должны быть заменены.

В военное время допускается производить расхромирование цилиндров с последующей шлифовкой согласно приложению 24.

Значительную ржавчину с наружных нехромированных поверхностей штоков удалять следующим способом:

закрепить шток в патроне токарного станка и люнете;

шлифовать шток по всей длине до выведения ржавчины, снимая минимальный слой металла. Шлифовку производить шлифовальной шкуркой зернистостью 180—240 с помощью жимков. В процессе шлифования шкурку смачивать жидкостью, которой заполняется данное гидравлическое устройство. При наличии глубоких, кучно расположенных раковин на штоке отремонтировать его заливкой баббитом (приложение 25). При этом ширина выточки на штоке и ее диаметр не должны превышать предельных величин, указанных в частных руководствах.

В соответствии с приложением 25 производить также заливку баббитом и обработку втулок и колец в случае предельного износа баббитовой заливки.

Значительную ржавчину в нехромированных полостях цилиндров удалять, как указано в приложении 4.

10.5.4. Определение величины зазора между поршнем (рубашкой поршня) и полостью цилиндра

Определение величины зазора между поршнем (рубашкой поршня) и полостью цилиндра производить в следующем порядке:

измерить наружный диаметр поршня (рубашки поршня) по двум взаимно перпендикулярным направлениям в двух-трех местах; результаты всех обмеров сложить и сумму разделить на их количество; полученная величина является средним диаметром;

измерить внутренний диаметр цилиндра звездкой (приложение 29), индикаторным нутромером или микрометрическим штихмасом. Измерение производить по двум взаимно перпендикулярным направлениям на всем рабочем участке цилиндра через каждые 50 мм (при длине рабочего участка до 700 мм) или через 100 мм (при длине рабочего участка более 700 мм), если в частных руководствах нет других указаний об интерва-

лах измерений. Первое измерение производить на расстоянии 10—15 мм от начала рабочего участка цилиндра. Результаты всех обмеров сложить и сумму разделить на их количество. Полученная величина является средним диаметром полости цилиндра;

вычесть из величины среднего внутреннего диаметра цилиндра величину среднего диаметра поршня (рубашки поршня). Разность диаметров будет средней величиной зазора между поршнем (рубашкой поршня) и полостью цилиндра.

Если величина зазора между поршнем (рубашкой поршня) и полостью цилиндра превышает допустимую величину, заменить поршень или рубашку поршня, как указано в частном руководстве.

10.5.5. Указания по испытанию силовых цилиндров и гидродомкратов

Каждый окончательно собранный силовой цилиндр и гидродомкрат должны быть испытаны на герметичность согласно указаниям частного руководства, при этом руководствоваться также указаниями, приведенными в подразд. 10.1.

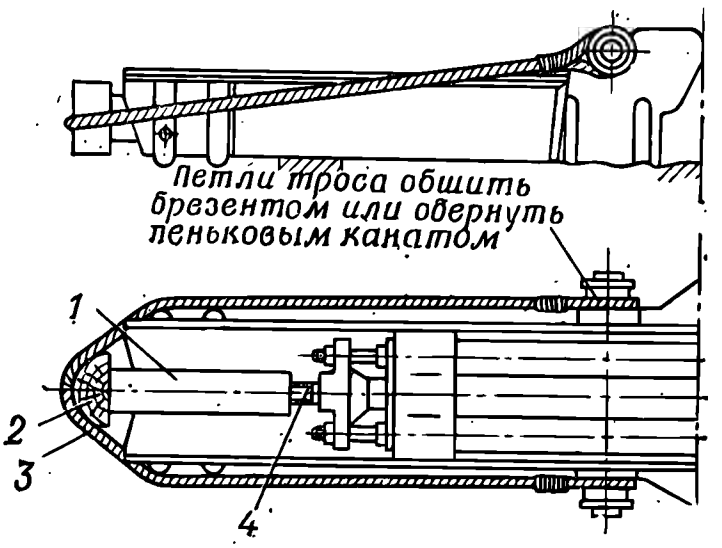


Рис. 89. Схема крепления штока тормоза отката, установленного в люльке:

1 — деревянный брусок; *2* — деревянная прокладка; *3* — трос; *4* — шток

При испытании на герметичность воздухом для контроля утечки необходимо обмылить соединения силового цилиндра мыльной пеной или погрузить его в ванну с водой.

Для предотвращения выхода штоков цилиндров и гидродомкратов при испытании их на герметичность закреплять штоки согласно указаниям частных руководств.

На рис. 89—91 показано, как закреплять штоки тормозов отката артиллерийских орудий при отсутствии подобных указаний в частных руководствах по ремонту.

На рис. 89 дана схема крепления, применяемая в том случае, когда тормоз отката испытывается после установки его в люльке.

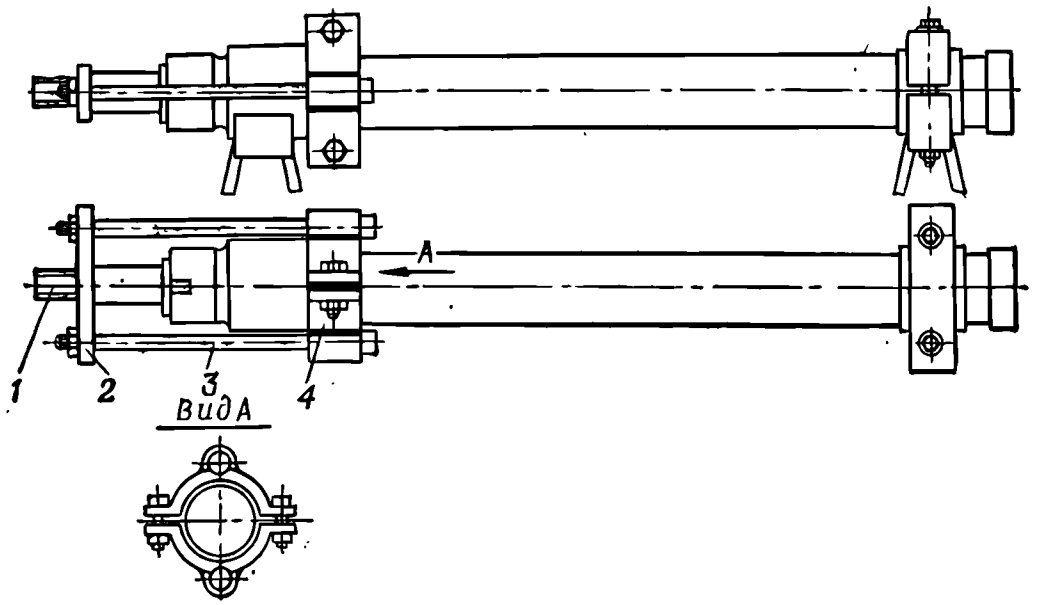


Рис. 90. Схема крепления штока тормоза отката до установки в люльке:
1 — шток; *2* — упорная планка; *3* — тяга; *4* — хомут

На рис. 90 и 91 даны схемы крепления штоков тормозов отката, испытываемых до установки в люльке. Схему крепления, показанную на рис. 90, применять в том случае, если ци-

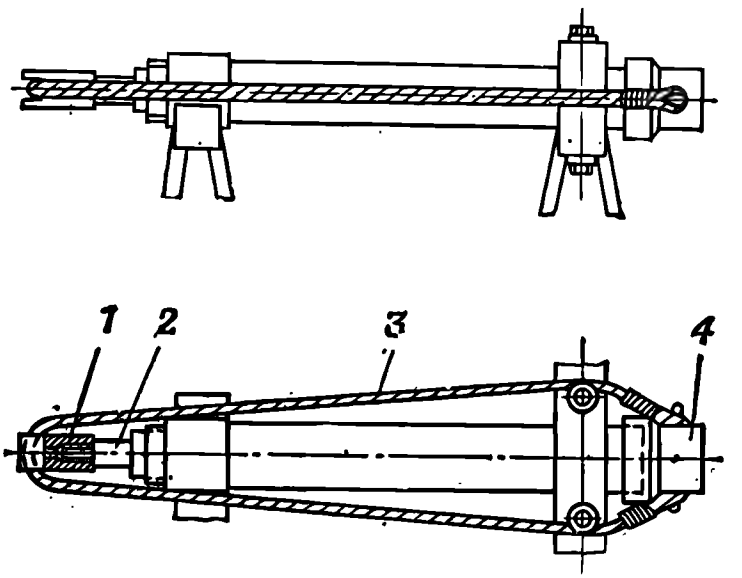


Рис. 91. Схема крепления штока тормоза отката до установки в люльке:
1 — упорный стакан; *2* — шток; *3* — трос; *4* — упорный стакан с крюками

линдр тормоза отката имеет на наружной поверхности бурт, удобный для крепления хомута приспособления; на рис. 91 дана схема крепления для случаев, когда нет такого бурта.

Диаметр и тип троса, а также размеры тяг и крючков выбирать с пятикратным запасом прочности исходя из давления, которым испытывают цилиндр.

Утечка жидкости или воздуха (азота) при испытании на герметичность не допускается (если нет других указаний в частных руководствах). В случае утечки жидкости или воздуха (азота) через указанные ниже соединения необходимо:

а) через разъемные резьбовые соединения произвести дополнительную затяжку соединения; если утечка не прекращается, заменить негодные уплотняющие кольца;

б) через резьбовые соединения, поставленные на припое, произвести перепайку резьбовых соединений; перепайку производить только бескислотным способом (приложение 19);

в) через сальниковые уплотнения поджать поджимные втулки и гайки; если после поджатия гайки или втулки не остается запаса на дальнейшую регулировку, заменить сальниковую набивку или добавить дополнительные кольца сальниковой набивки; степень поджатия определять по указанию частных руководств.

После устранения причин, вызывающих просачивание жидкости или утечку воздуха (азота), произвести повторное испытание на герметичность.

Силовые цилиндры и гидродомкраты, отремонтированные посредством сварки и правки вмятин, а также расшлифованные до предельных размеров, указанных в частных руководствах, или с перенарезанной резьбой должны быть испытаны на прочность гидравлическим давлением. Величина давления и продолжительность испытания указываются в частных руководствах. Перед испытанием на прочность гидравлическим давлением и после него обмерить цилиндры по внутреннему диаметру по двум взаимно перпендикулярным направлениям в одних и тех же местах, для чего на торцах цилиндров наносить риски, определяющие плоскости обмеров.

Разность обмеров в одних и тех же местах до испытаний и после них не должна превышать 0,02 мм, т. е. должна быть в пределах точности измерений. При большей разности обмеров деформированный цилиндр заменить. При испытании цилиндров на прочность проверить, нет ли просачивания жидкости в местах сварки. Просачивание жидкости не допускается. Места некачественной сварки цилиндров, выявленные в результате испытания на прочность, вырубить до полного удаления дефектного шва, расчистить и вновь заварить. После заварки произвести повторное испытание цилиндров на прочность.

10.6. РЕМОНТ КЛАПАНОВ, ВЕНТИЛЕЙ И КРАНОВ

Устройства предохранительного, обратного и редукционного клапанов, а также вентиля приведены на рис. 92—95.

10.6.1. Ремонт обратных клапанов

Обратный клапан (рис. 92) должен обеспечивать пропускание рабочей жидкости в одном направлении и герметичность в сопряжении шарика с гнездом корпуса при движении потока жидкости в обратном направлении. При негерметичности кла-

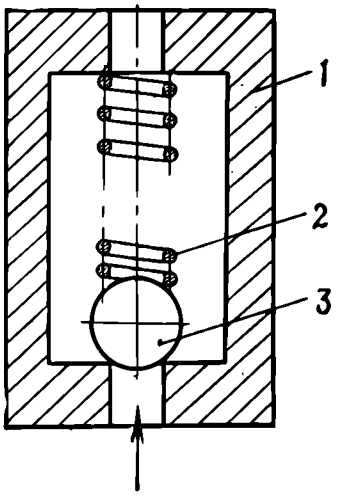


Рис. 92. Обратный клапан:
1 — корпус; *2* — пружина; *3* — шарик

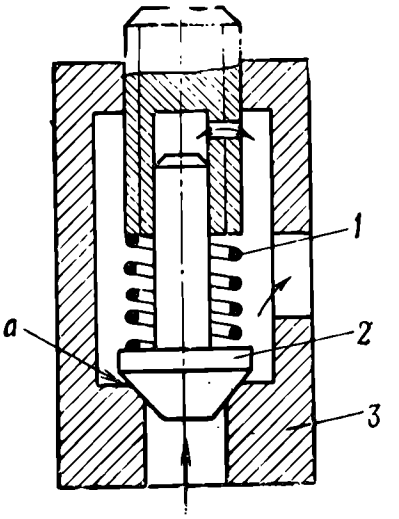


Рис. 93. Предохранительный клапан:
1 — пружина; *2* — клапан; *3* — корпус; *а* — плоскость

пана (наличие круговых рисок на шарике, наминов и рисок на гнезде корпуса) необходимо обработать гнездо в корпусе зенкером до выведения рисок и наминов снятием минимально необходимого слоя металла, после чего произвести подчеканку гнезда. Дефектный шарик заменить. Подчеканку гнезда производить обстукиванием нового шарика, помещенного в гнездо. Удары наносить молотком через медную или дюралюминиевую выколотку.

Если клапан не обеспечивает перекрытие седла при движении потока жидкости в обратном направлении, заменить пружину. Проверку работы клапана производить на собранном изделии.

10.6.2. Ремонт предохранительных клапанов

Предохранительные клапаны (рис. 93) гидравлических и пневматических систем должны срабатывать (открываться) при превышении давления рабочей жидкости или газа сверх допустимой величины. Величина давления срабатывания клапана должна быть указана в частном руководстве по ремонту.

Если давление срабатывания клапана не находится в требуемых пределах, попытаться отрегулировать клапан, ввинчивая (для повышения давления срабатывания) или вывинчивая (для понижения давления срабатывания) регулировочный винт.

При невозможности отрегулировать клапан на заданное давление снять его с изделия и разобрать. Заменить пружину клапана при ее изломе или осадке.

В шариковых клапанах при износе гнезда (риски и царапины) восстановить его зенкованием, заправив торец сверла под углом 120°. Зенкование производить до получения острых кромок гнезда, после чего обжать гнездо штатным шариком, при этом ширина кругового пояска гнезда не должна выходить за пределы, указанные в частном руководстве. Если ширина пояска в частном руководстве не приведена, то обеспечить ее равной 0,2—0,3 мм. В конических клапанах при нарушении герметичности в сопряжении конуса клапана *2* с гнездом корпуса *3* подрезать плоскость *а* корпуса до образования острых кромок на гнезде, вставить конус клапана в седло, обеспечив соосность осей клапана и отверстия в корпусе. Нанося легкие удары медным молотком по хвостовику клапана, добиться получения кругового отпечатка на гнезде корпуса. Ширина отпечатка должна соответствовать величине, указанной в эксплуатационной документации. Если ширина отпечатка в частном руководстве не приведена, она должна быть равной 0,2—0,3 мм. При наличии вмятин и круговых рисок на конусе клапана прошлифовать конус клапана до выведения вмятин и рисок или заменить клапан согласно частному руководству. После ремонта предохранительный клапан установить на изделие и отрегулировать его на давление срабатывания, указанное в эксплуатационной документации, и опломбировать клапан.

10.6.3. Ремонт редукционных клапанов

Редукционные клапаны (рис. 94) должны поддерживать постоянным давление рабочей жидкости на выходе клапана $P_{ред}$ при возможном изменении входного давления $P_{вх}$.

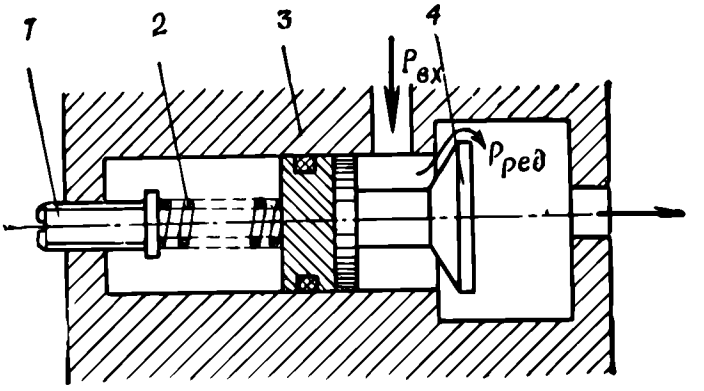


Рис. 94. Редукционный клапан:
1 — регулировочный винт; *2* — пружина; *3* — корпус; *4* — клапан

Причины неисправности:

а) Негерметичность в соединениях клапана.

Заменить поврежденные уплотнительные детали.

б) Нарушена регулировка клапана.

Если давление на выходе клапана $P_{ред}$ не соответствует величине, указанной в частном руководстве, произвести регулировку клапана, ввинчивая или вывинчивая регулировочный винт *1*.

Если отрегулировать клапан не представляется возможным, разобрать его и осмотреть пружину *2* и клапан *4*. В случае осадки или излома пружины заменить ее. Проверить состояние конической поверхности клапана *4*.

При наличии вмятин или круговых рисок на конусе клапана обработать коническую поверхность клапана до выведения вмятин и рисок, а гнездо в корпусе — до получения острой кромки. Регулировку клапана на рабочее давление производить с помощью регулировочного винта *1* на собранном изделии.

10.6.4. Ремонт вентилей и кранов

Просачивание жидкости или газа в сопряжении конуса шпинделя с гнездом, а также шпинделя с накидной гайкой не допускается. При просачивании жидкости или газа в сопряжении шпинделя с накидной гайкой заменить уплотнительные кольца *2* (рис. 95). Если просачивание жидкости или газа имеет место в сопряжении конуса шпинделя с острой кромкой гнезда, устранить неисправность подтягиванием шпинделя штатным маховиком *1*, прикладывая к нему усилие не более 15 кгс. Если подтягиванием шпинделя просачивание жидкости или газа не устраняется, выправить конус шпинделя шлифовкой его на токарном станке и подрезать зенкером или сверлом с плоской заточкой дно гнезда под шпиндель до образования острой кромки у канала для жидкости или газа (рис. 96). После этого пригнать шпиндель по гнезду многократным завинчиванием его до отказа с усилием на маховике 5—8 кгс.

Для предохранения от попадания стружек внутрь канала для жидкости перед подрезкой дна закрыть канал ветошью, после удаления стружки из гнезда шпинделя вынуть ветошь из канала.

При незначительных наминах на конусах и сопряженных с ними конусных гнездах зачистить приподнятый металл и притереть со шлифовальным порошком зернистостью 180—240 и веретенным маслом конус шпинделя по конусному гнезду, обеспечив кольцевое прилегание конуса к гнезду по краске.

При притирке руководствоваться указаниями Инструкции по притирке деталей (приложение 9).

После ремонта собрать вентиль, обеспечив свободное перемещение шпинделя из одного крайнего положения в другое, и испытать на герметичность при закрытом и открытом вентилях.

Проверка вентиля в закрытом состоянии:

ввинтить шпиндель *5* (рис. 95) по ходу часовой стрелки до упора;

подать в боковой штуцер испытательное давление жидкости или газа, величина которого указана в эксплуатационной документации, и выдержать вентиль под давлением в течение 5 мин. Утечка жидкости или газа через оставшийся незаглушенным штуцер не допускается.

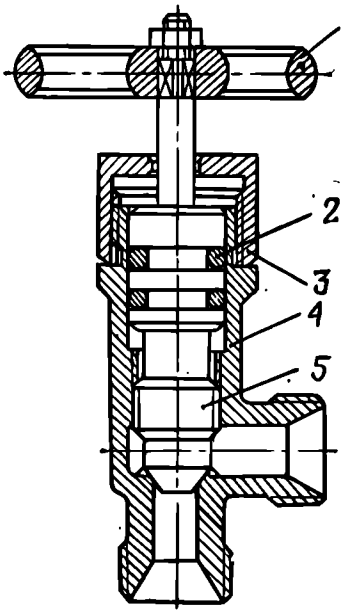


Рис. 95. Вентиль:
1 — маховик; *2* — уплотнительное кольцо; *3* — накидная гайка; *4* — корпус; *5* — шпиндель

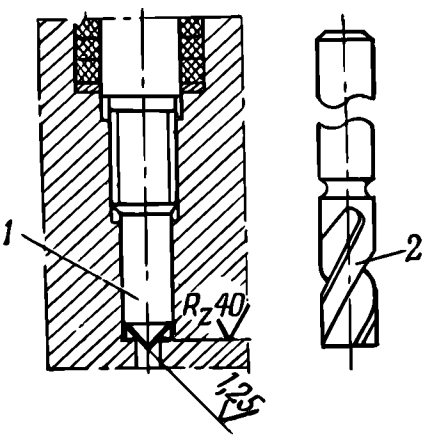


Рис. 96. Ремонт вентильного устройства:
1 — вентиль; *2* — сверло

Проверка вентиля в открытом состоянии:

вывинтить шпиндель *5* против хода часовой стрелки до упора;

заглушить один штуцер вентиля;

подать во второй штуцер вентиля испытательное давление жидкости или газа, величина которого указана в частном руководстве, и выдержать вентиль под давлением в течение 5 мин. Утечка жидкости или газа в сопряжении шпинделя *5* с накидной гайкой *3* не допускается.

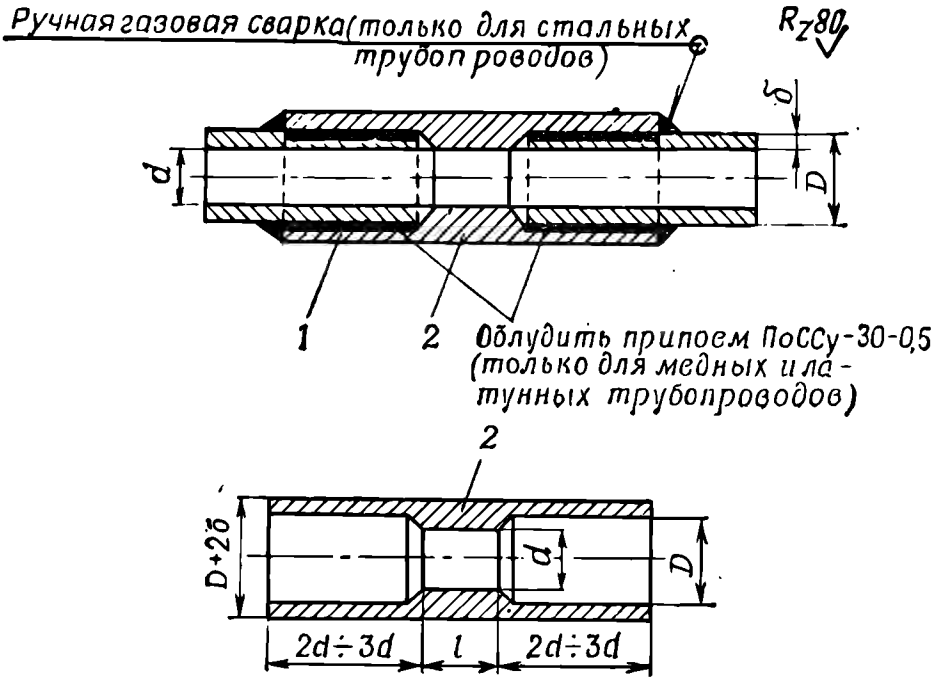
Если величина испытательного давления в частном руководстве по ремонту не приведена, принять его равным рабочему давлению данной гидравлической или пневматической системы.

10.7. РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДОВ, ШЛАНГОВ И РУКАВОВ

10.7.1. Вмятины на трубопроводах

Вмятины на трубопроводах глубиной не более $^1/_4$ наружного диаметра трубопровода допускаются. По всей длине трубопровода допускается не более трех таких вмятин.

Если трубопроводы имеют вмятины глубиной более $^1/_4$ диаметра или количество вмятин более трех, отрихтовать трубопроводы. Если невозможно отрихтовать трубопроводы, вырезать поврежденный участок и соединить обе части трубопровода вставкой (рис. 97).



Материал: дет. 2 — тот же, что и ремонтируемого трубопровода.
l — длина удаленного поврежденного участка трубки;
δ — толщина стенки трубки.
Острые ребра притупить

Рис. 97. Ремонт трубопроводов постановкой вставки:
1 — трубопровод; *2* — вставка

Приварку вставок производить согласно инструкциям (приложения 10 и 11), а пайку — приложению 19. На трубопроводах допускается без ремонта овальность в размере не более 15% наружного диаметра трубопровода. Трубопроводы с овальностью более 15% и наличием вмятин подвергать правке.

Вмятины, превышающие допустимые пределы, на медных трубопроводах можно выправить, проталкивая под давлением жидкости стальной конический плунжер. Схема приспособления для правки вмятин на медных трубопроводах приведена на рис. 98. Наружный диаметр плунжера должен быть на 0,1—0,2 мм меньше внутреннего диаметра трубопровода. Длина конической части плунжера равна 1,5 диаметра трубопровода.

Правку вмятин на медных трубопроводах производить в такой последовательности:

прокачать жидкость через трубопровод, подлежащий правке;

вставить в трубопровод плунжер *4* конусом вперед и резиновую уплотнительную шайбу *3* толщиной 5 мм (для предотвращения протекания жидкости между плунжером и стенкой трубопровода);

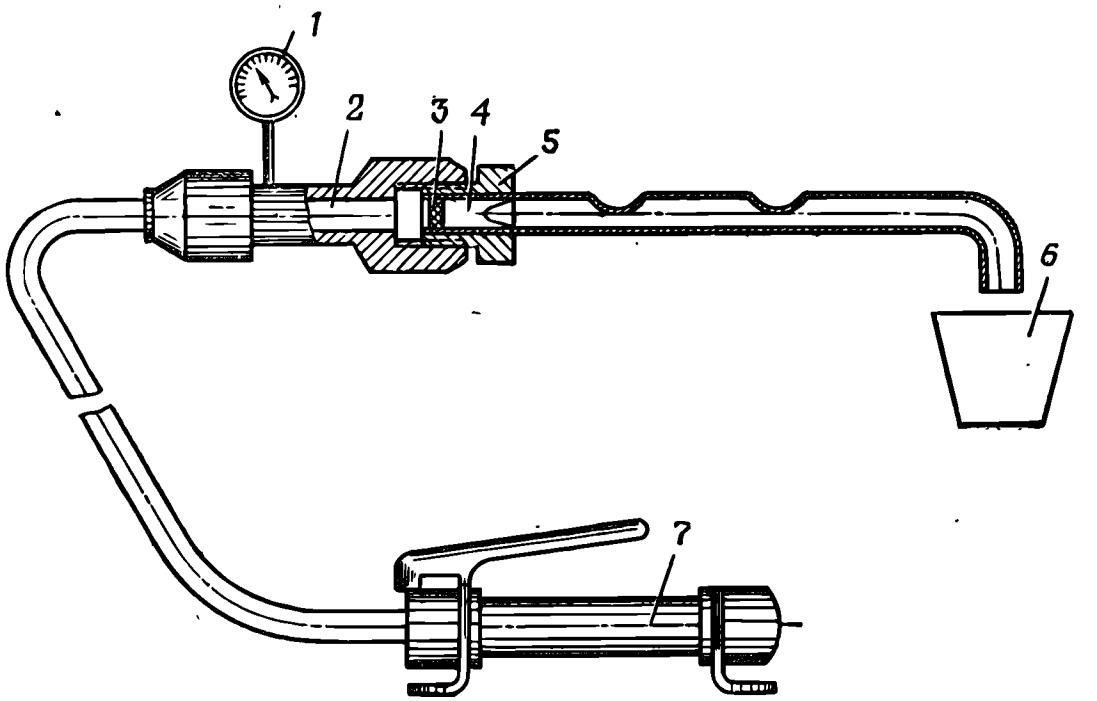


Рис. 98. Схема приспособления для правки медных трубок:
1 — манометр; *2* — переходник; *3* — резиновая шайба; *4* — плунжер; *5* — накидная гайка; *6* — бачок; *7* — гидравлический насос (давление не менее 200 кгс/см²)

соединить накидную гайку *5* трубопровода с переходником *2*;

опустить свободный конец трубопровода в бачок *6* и, создав гидравлическое давление насосом *7*, прогнать плунжер *4* вместе с резиновой уплотнительной шайбой *3* по трубопроводу, выправляя вмятины. Данным способом можно выправлять вмятины как на прямолинейных, так и на закругленных участках трубопровода. В местах правки не допускаются гофры, овалы или раздутия трубопровода. На выправленной поверхности трубопроводов допускаются следы инструмента.

10.7.2. Пробоины и разрывы трубопроводов

Пробоины на трубопроводах диаметром до 25 мм устранять постановкой вставок (рис. 97), для чего вырезать поврежденный участок и соединить обе части трубопровода с помощью вставки. Пробоины на трубопроводах диаметром свыше 25 мм заделывать накладками, изготовленными из того же материала, что и трубопровод; толщина накладки должна быть равна толщине стенки трубопровода. Размеры накладки должны быть такими, чтобы она перекрывала пробоину на 10—15 мм. Наклад-

ку выгнуть по форме трубопровода. Размеры пробоин, при которых допускается ставить накладки, не должны превышать:

— для трубопроводов Ø25—35 мм — 10×10 мм;
— для трубопроводов Ø35—65 мм — 15×15 мм;
— для трубопроводов Ø65—100 мм — 25×25 мм.

Трубопроводы, имеющие разрывы или пробоины более указанных выше размеров, ремонтировать постановкой вставок. Медные или латунные трубки соединять вставками, поставленными на припое ПОССу30-0,5. Перед постановкой вставку и концы трубки нагреть до 225—240°С.

10.7.3. Гибка трубопроводов при ремонте

Гибку трубопроводов можно производить холодным или горячим способом, вручную или механическими средствами, с наполнением или без наполнения труб песком. Радиус закругления при гибке труб в холодном состоянии без наполнителя должен быть не менее четырех наружных диаметров трубы. При гибке труб с наполнителем в горячем состоянии наименьший радиус изгиба должен быть 3—3,5 наружного диаметра трубопровода. Гибку трубопровода с наполнением его песком производить в следующем порядке:

заглушить один конец трубопровода деревянной пробкой;

заполнить трубопровод мелкозернистым песком, производя уплотнение песка в процессе заполнения трубопровода, для чего обстукивать трубопровод деревянным молотком;

заглушить второй конец трубопровода и произвести его гибку по шаблону. Шаблон изготовить из проволоки, которую выгнуть по заданному (или снятому с образца) профилю трубопровода. При гибке стальных трубопроводов горячим способом изгибаемый участок трубопровода нагреть в горне или другом нагревательном устройстве до вишнево-красного цвета, а места, не подлежащие изгибу, смачивать водой.

Гибку производить плавно, без рывков и с одного нагрева. После гибки и остывания высыпать из трубопровода песок, обстучать трубопровод деревянным молотком для удаления остатков песка, промыть трубопровод уайт-спиритом и продуть сухим сжатым воздухом. Медные и латунные трубопроводы перед гибкой необходимо отжечь, для чего нагреть место изгиба до темно-красного цвета и охладить на воздухе или в воде. После остывания произвести заполнение песком и гибку трубопровода по шаблону. Медные и латунные трубопроводы диаметром до 12 мм допускается гнуть без наполнителя.

10.7.4. Ремонт шлангов и рукавов

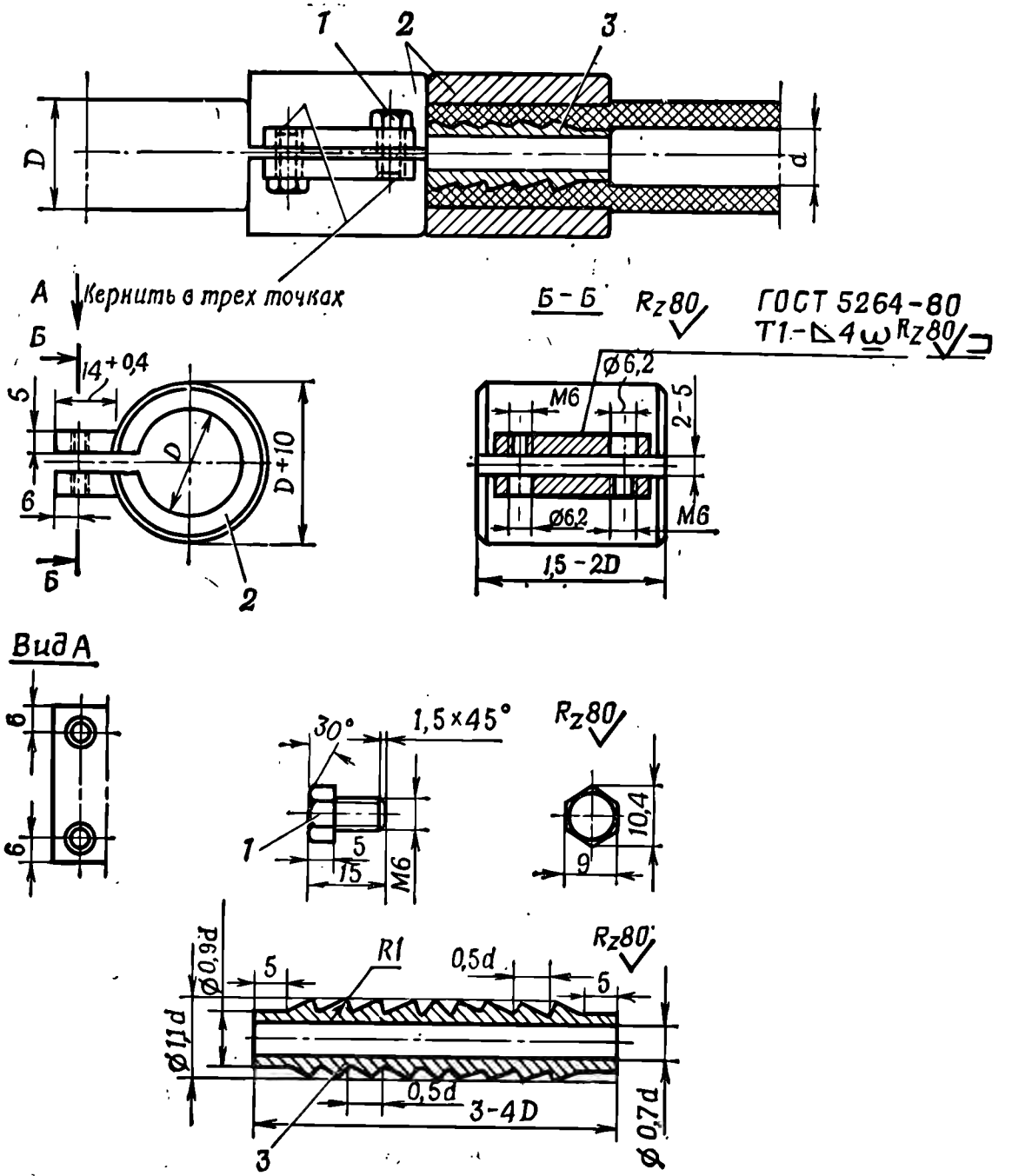
В войсковых ремонтных органах разрешается производить ремонт следующих шлангов и рукавов:

воздушных шлангов с рабочим давлением до 25 кгс/см^2;

гидравлических шлангов и рукавов;

заправочных шлангов и рукавов.

Воздушные шланги с рабочим давлением свыше 25 кгс/см² при наличии на них дефектов любого характера ремонту не подлежат и должны быть заменены.

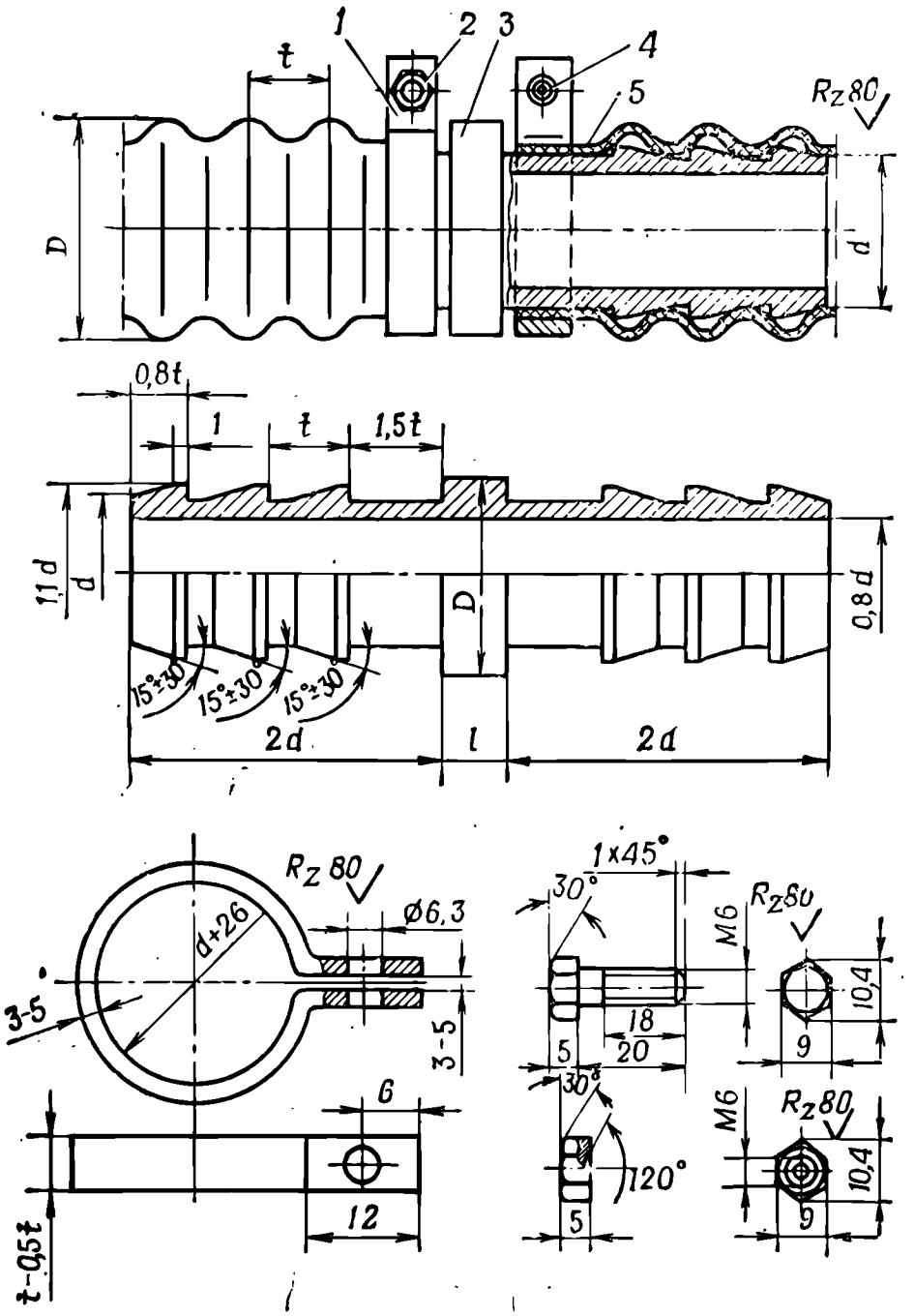


Материал: дет. 2 и 3 - сталь 30 ГОСТ 1050-74;
дет. 1 - сталь 40 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 99. Ремонт резинотканевого шланга (рукава):
1 — болт; *2* — хомут; *3* — вставка

Не подлежат ремонту шланги, у которых рукава имеют смятие в радиальном направлении (остаточную деформацию), а также шланги длиной менее 500 мм, имеющие сквозные порывы в любом месте рукава. Ремонт шлангов длиной более 500 мм допускается производить в том случае, если после уда-

ления поврежденного участка у короткого конца шланга остается участок рукава длиной не менее 100 мм от места заделки его в гильзу.



Материал: дет. 1,2,3 и 4 - сталь 30 ГОСТ 1050 - 74
t - длина удаленного поврежденного участка рукава,
б - толщина стенки рукава
Острые ребра притупить

Рис. 100. Ремонт резинотканевого шланга (рукава):
1 — стяжная скоба; *2* — гайка; *3* — вставка; *4* — болт; *5* — резинотканевый рукав

При сквозных порывах и разрывах, а также надрывах глубиной более 2 мм рукава соединять с помощью вставок и стяж-

ных скоб (рис. 99 и 100). При проколах и надрывах глубиной не более 2 мм наложить на шланг резиновый пластырь на резиновом клею ГОСТ 2199—78, причем пластырь должен охватить шланг по окружности и перекрыть контур поврежденного участка по длине на 5—8 мм.

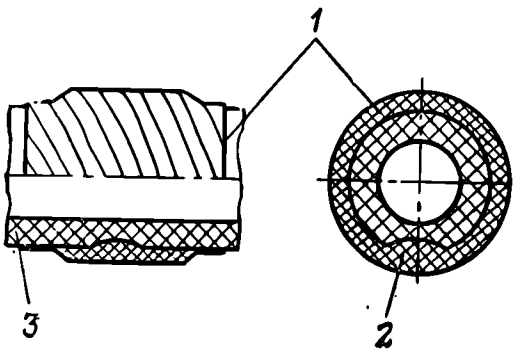


Рис. 101. Ремонт резинотканевого шланга:
1 — изоляционная лента; *2* — пластырь; *3* — резинотканевый шланг

Поверх пластыря наложить прорезиненную изоляционную ленту ГОСТ 2162—78 в три-четыре слоя (рис. 101).

10.7.5. Испытания трубопроводов, шлангов и рукавов после ремонта

Трубопроводы, шланги и рукава после ремонта должны быть испытаны на прочность гидравлическим давлением и на герметичность давлением воздуха. Испытательное давление и время выдержки должны соответствовать величинам, указанным в частных руководствах. Гидравлические испытания производить с использованием ручного гидравлического насоса типа 1840 (12У999) с манометром, а пневматические — от воздушного баллона, снабженного редуктором и манометром.

Перед испытанием произвести внешний осмотр трубопроводов, шлангов и рукавов. Свободный конец испытываемого трубопровода, шланга или рукава должен быть заглушен.

При испытании на герметичность воздухом трубопроводы, шланги и рукава погрузить в ванну с водой; при отсутствии ванны проверку герметичности производить обмыливанием.

При испытании проверить плотность присоединения к изделию шлангов и рукавов, входящих в одиночный ЗИП.

Допускается при испытаниях соединять испытываемые трубопроводы, шланги и рукава в единую ветвь или кольцо и испытывать одновременно, если испытания производятся в одной среде, при одном режиме и одинаковом времени выдержки.

После испытания трубопроводы, шланги и рукава, испытываемые водой, продуть сжатым воздухом (давление 3 кгс/см^2) в течение 3 мин, а испытываемые керосином, маслом АГМ, АМГ-10, МГЕ-10А или дизельным топливом, промыть бензином Б-70 ГОСТ 1012—72 и продуть сжатым воздухом в течение

3 мин. При испытании трубопроводов и шлангов руководствоваться указаниями по мерам безопасности, приведенными в разд. 2 настоящего руководства.

10.8. РЕМОНТ ФИЛЬТРОВ

Определение технического состояния фильтров (воздушных и гидравлических) производить при проверке работы гидравлической и пневматической систем на собранном изделии.

10.8.1. Вмятины, трещины и пробоины на корпусе фильтра

На корпусе фильтра допускаются вмятины, если при этом не образуются щели в местах соединения деталей. Вмятины, не удовлетворяющие указанному требованию, должны быть выправлены.

Трещины и пробоины на корпусе фильтров устранять согласно указаниям подразд. 6.2, при этом размеры пробоин, при которых допускается ремонтировать корпус фильтра, должны быть указаны в частном руководстве.

10.8.2. Засорение фильтра

Разобрать фильтр, промыть бензином и продуть сжатым воздухом фильтрующий элемент.

10.8.3. Повреждение фильтрующего элемента

Керамические фильтры подлежат замене при наличии трещин и сколов глубиной более 3 мм.

На боковой поверхности керамического фильтра допускаются риски, царапины и незначительные сколы (глубиной до 3 мм). Фильтрующие элементы, изготовленные из сетки, заменять при наличии разрывов сетки. Допускается изготовление фильтрующего элемента по образцу, для чего вырезать ленту из такой же сетки (с одинаковым размером ячейки) и припаять ее к корпусу фильтра припоем ПОССу40-0,5 ГОСТ 21930—76. Места пайки зачистить металлической щеткой, после чего промыть фильтр бензином и продуть сжатым воздухом. В топливных фильтрах не допускается погнутость пластин фильтрующего элемента. Правку пластинчатых фильтрующих элементов производить сжатием всего набора пластин с последующей правкой каждой пластины тонким лезвием.

При наличии усадки по длине фильтрующих элементов в фильтрах тонкой очистки топлива допускается установка под нижние торцы шайб из картона. При загрязнении верхние слои пряжи фильтрующего элемента необходимо снять и произвести намотку новых слоев параллельными витками чистой хлопча-

тобумажной бонкоброшной пряжи. Пряжу навивать при натяжении нити в 0,3—0,4 кгс до восстановления нормального диаметра фильтрующего элемента.

10.8.4. Испытание фильтров после ремонта

Собранные фильтры после ремонта должны быть испытаны на герметичность согласно указаниям эксплуатационной документации. Утечка рабочей жидкости и воздуха в соединениях, а также в местах постановки накладок не допускается.

Проверку (регулировку) срабатывания предохранительного (перепускного) клапана (при наличии в конструкции фильтра) производить в следующем порядке:

заглушить в корпусе фильтра канал, по которому рабочая жидкость или воздух поступает в полость фильтра;

подсоединить к входному отверстию фильтра источник давления (жидкости или воздуха), снабженный манометром, и определить давление срабатывания клапана, которое должно соответствовать величине, указанной в эксплуатационной документации.

10.9. ИЗНОС И РАЗРУШЕНИЕ УПЛОТНЯЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ

Сальниковая набивка, воротники и уплотняющие кольца подлежат замене в случае:

если перед разборкой наблюдалась утечка газа или жидкости, а посредством поджатия уплотняющих деталей эти дефекты не устранялись и отсутствуют другие причины, их вызывающие;

если есть трещины, надрывы и вырывы на воротниках и уплотнительных кольцах.

Годные, но бывшие в употреблении уплотнительные кольца, воротники и сальниковая набивка допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Для использования бывших в употреблении кожаных колец и воротников необходимо:

протереть кольца и воротники чистой сухой ветошью и погрузить на 10—15 мин в штатную для данного изделия жидкость, нагретую до температуры 40—50°С; после промывки протереть их чистой ветошью и просушить при комнатной температуре в течение 1,5—2 ч, предохраняя от попадания пыли и влаги;

пропитать кольца и воротники смесью, состоящей из 75% церезина ГОСТ 2488—79, 15% технического вазелина ГОСТ 782—59 и 10% веретенного масла АУ ГОСТ 1642—75, нагретой до 65—70°С, погрузив их на 10—15 мин в ванну;

после пропитки кольца и воротники просушить, надев воротники на подворотниковые кольца.

Сальниковую набивку, бывшую в употреблении, промыть в воде, нагретой до 90—100°С, и после просушки пропитать в течение 15—20 мин в подогретой до 65—70°С смеси, состоящей из 75% церезина, 15% вазелина и 10% веретенного масла.

Бывшие в употреблении медные уплотняющие кольца перед постановкой на место отжечь, нагрев их до температуры 600—650°С, и охладить в воде.

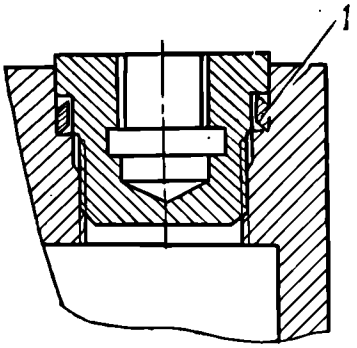


Рис. 102. Положение уплотняющего кольца до поджатия:
1 — уплотняющее кольцо

Новые медные уплотняющие кольца ставить на место, как показано на рис. 102. Уплотняющие кольца, изготовленные из фторопласта-4, допускаются к дальнейшей эксплуатации, если они обеспечивают герметичность в соединениях, не имеют дефектов (механических повреждений) и имеют ресурс работоспособности согласно гарантийным срокам не менее двух лет. Резиновые воротники перед сборкой должны быть вымочены в жидкости, которой заполняется данное гидравлическое устройство, в течение 24 ч. К сборке допускаются воротники, которые при вымачивании не разбухли. Кожаные воротники перед сборкой смачивать рабочей жидкостью.

10.10. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ УПЛОТНЯЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ

Перед постановкой уплотнений проверить сопрягаемые детали и посадочное место, чтобы на них не было повреждений. Устранить коррозионный налет, абразивные частицы, металлическую стружку, грязь и т. п. Проверить размер уплотнения и убедиться, что на рабочих поверхностях нет трещин, порезов и царапин. При использовании монтажных втулок проверить, чтобы на них не было царапин, рисок, выбоин и других повреждений. При установке армированных манжет с пружиной для вращающихся валов предпочтительнее монтировать их на валу, так как при этом можно следить за рабочей кромкой. Рабочая кромка манжеты при снятой пружине должна плотно, без зазора прилегать к валу по всей окружности. При установке уплотнение следует предохранить от перекосов, механических повреждений и порезов (особенно предохранять от появления царапин кромки манжет для валов, так как это приводит к утечке жидкости и выходу механизма из строя).

Манжетодержатели, опорные и нажимные втулки, защитные шайбы устанавливать после предварительной проверки их состояния, после чего произвести монтаж узла в целом (ввести поршень в цилиндр, закрепить крышку или другие детали).

Для предохранения уплотнений от повреждений при монтаже (особенно при пересечении уплотнением резьбы, шпоноч-

ных канавок, пазов и т. п.) необходимо применять направляющие монтажные втулки или оправки (рис. 103—105).

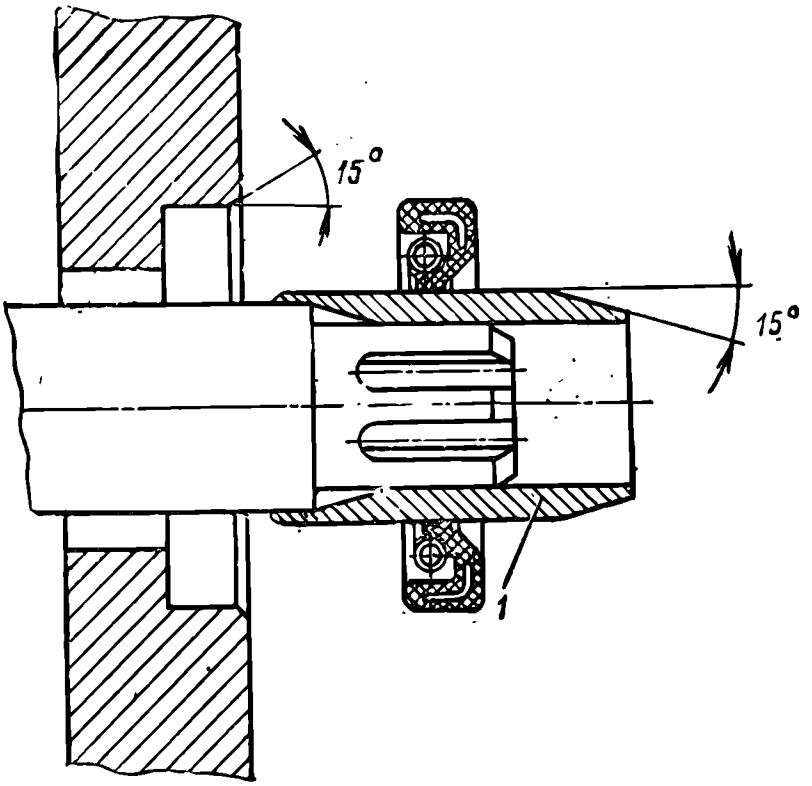


Рис. 103. Монтаж армированных манжет:
1 — монтажная втулка

Направляющие поверхности монтажных втулок и оправок должны быть отполированы, не иметь острых углов, чтобы не

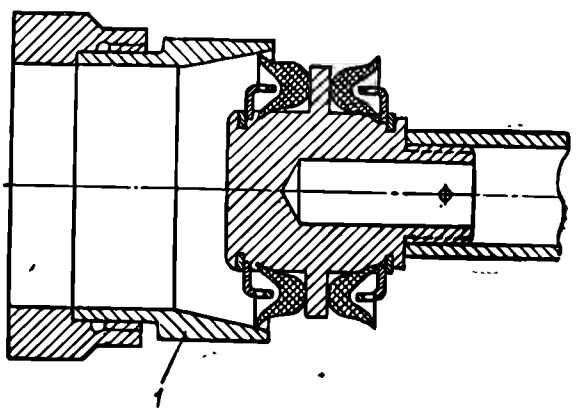
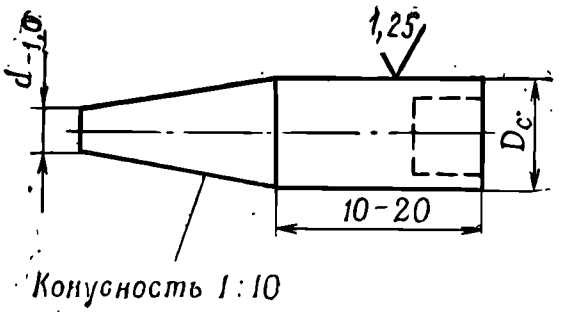


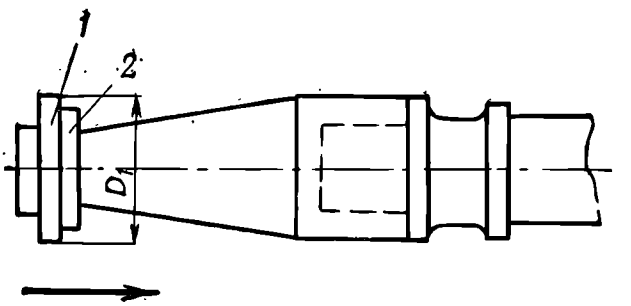
Рис. 104. Монтаж *U*-образных манжет:
1 — монтажная втулка

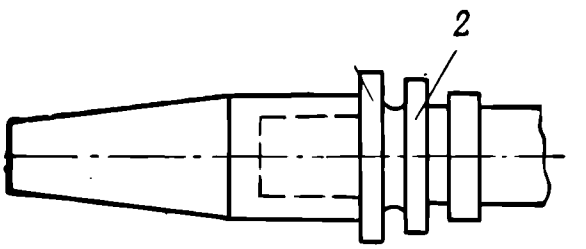
допустить повреждения или пореза кромок уплотнения. При установке (запрессовке) армированных манжет в посадочное место применять специальные оправки (рис. 103, 106).



Размеры d и D_c установить по уплотняемому штоку

а





б

Рис. 105. Монтаж манжет и монтажных колец в канавку на штоке:

а — оправка; *б* — схема монтажа; *1* — резиновое монтажное кольцо; *2* — манжета

Перед установкой уплотнений все свободные полости и поверхности трения смазывать смазкой ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433—80.

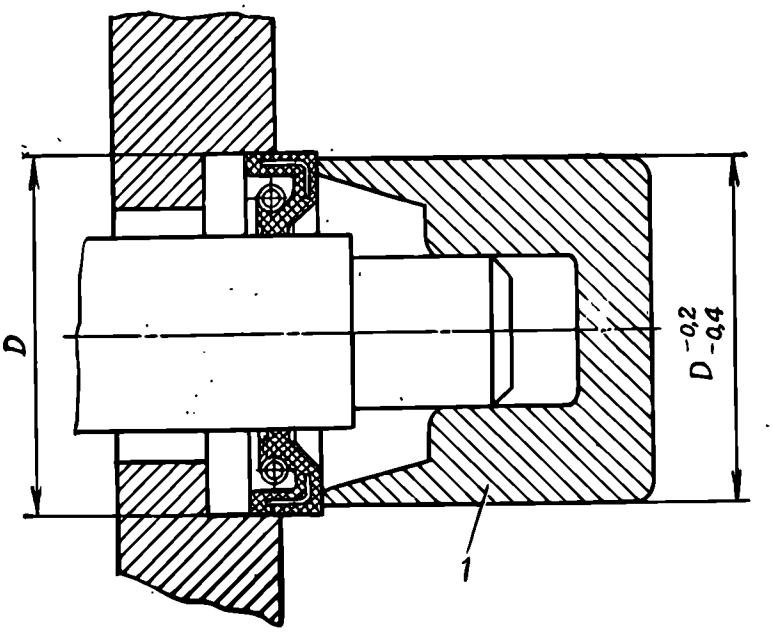


Рис. 106. Запрессование армированных манжет:
1 — оправка

10.11. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТРЕБУЕМОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В БАЛЛОНАХ ИЗДЕЛИЯ

Настоящими указаниями надлежит руководствоваться при ремонте пневматических систем для обеспечения требуемой влажности воздуха (точки выпадения росы) на выходе системы.

10.11.1. При заполнении баллонов высокого давления

а) Компрессорные станции и индикаторы влажности, применяемые при заправке баллонов воздухом и контроле его влажности, должны быть исправны. При работе необходимо строго выполнять требования технических описаний и инструкции по эксплуатации (ТО и ИЭ) на указанные приборы и станции.

б) Перед заправкой баллонов шланги высокого давления продуть сухим сжатым воздухом от компрессорной станции. При необходимости допускается промывка шлангов бензином Б-70, после чего:

продуть шланги сухим воздухом под давлением 10—20 кгс/см^2 в течение 5—10 мин;

промыть ректификованным спиртом с последующей продувкой сухим воздухом.

Промывку шлангов производить путем заполнения их бензином (спиртом) и выдержки в течение 2—3 мин. После подготовки шлангов подсоединить компрессорную станцию к пневматической системе изделия и, не открывая баллонных вентилей, произвести продувку трубопроводов пневматической системы согласно указаниям ТО и ИЭ изделия.

в) При соединении шлангов высокого давления компрессорной станции с баллонами пневматической системы тщательно следить за чистотой мест соединений, не допуская попадания внутрь грязи и смазки.

г) Следить, чтобы поступающий в баллон воздух был очищен от масла, пыли и других примесей и имел точку росы не выше величины, указанной в ТО и ИЭ изделия. Перед каждой заправкой проверять воздух, выходящий из компрессорной станции, индикатором влажности. Заправка баллонов пневматической системы загрязненным воздухом с наличием следов масла, влаги и пыли **категорически запрещается.**

д) После окончания работы со шлангами их следует продуть в течение 1—2 мин чистым сухим воздухом от компрессорной станции и сразу же закрыть оба конца заглушками с уплотнениями.

10.11.2. При регулировках и испытаниях в процессе ремонта

а) В случае обнаружения некондиционного воздуха хотя бы в одном из баллонов необходимо довести влажность воздуха до нормы, произведя продувку пневматической системы от компрессорной станции, для чего:

понизить давление воздуха в баллонах примерно до 0,5 кгс/см^2. Снижение давления из баллонов, содержащих некондиционный воздух, производить плавно, ступенями (чтобы успевал испаряться конденсат).

Для ускорения снижения давления допускается одновременно производить подогрев баллонов (температура воздуха на выходе подогревателя должна быть в пределах 80—100°С). В этом случае снижение давления вести равномерно в течение 2—2,5 ч.

При использовании подогрева давление воздуха в баллонах может повыситься (особенно в начальный период), поэтому необходимо следить, чтобы давление воздуха в баллонах не превысило величины, до которой заряжаются баллоны данного изделия.

Полное стравливание воздуха из баллонов не допускается;

закрыть (после понижения давления воздуха в баллонах до 0,5 кгс/см^2) вентили на баллонах и дренажный вентиль пневматической системы;

подсоединить к изделию компрессорную станцию и индикатор влажности; допускается индикатор влажности присоединять к раздаточной колонке компрессорной станции;

произвести продувку сухим воздухом всех коммуникаций пневматической системы изделия и индикатора влажности в течение 10—15 мин;

открыть вентили на всех баллонах пневматической системы и произвести заправку их воздухом до рабочего давления; проверить точку росы воздуха;

понизить давление воздуха в баллонах до 0,5 кгс/см^2, как указано выше;

через 3—5 циклов (цикл включает в себя понижение давления в баллонах до 0,5 кгс/см^2 и заправку баллонов до рабочего давления) кондиционность воздуха в баллонах повышается и точка росы достигает требуемой нормы (при условии, если внутренняя поверхность баллонов чистая и отсутствуют пыль, масло и влага).

При проведении работ шланги, соединяющие компрессорную станцию с баллонами изделия и индикатором влажности, не разъединять, чтобы не допустить попадания атмосферного воздуха в магистраль.

б) Если продувкой пневматической системы требуемая кондиционность воздуха не достигается, необходимо понизить давление в системе до нуля, демонтировать баллоны с изделия, вывинтить из баллонов вентили и заглушки и осмотреть внутреннюю поверхность баллонов на наличие воды, масла, коррозии и др.

в) При обнаружении внутри баллонов влаги или масла необходимо:

слить накопившийся конденсат;

залить 5 л бензина Б-70 и тщательно промыть стенки баллона, после чего слить из баллона бензин;

залить 5 л спирта-ректификата и тщательно промыть стенки баллона, после чего слить спирт;

прогреть баллон при температуре 40—80°С в течение 1 ч;

продуть баллон сухим воздухом под давлением 10—20 кгс/см^2 в течение 1—2 мин;

разобрать баллонные вентили и при необходимости заменить поврежденные детали;

установить на баллон вентиль и заглушку на свинцовом глете ГОСТ 5539—73, при этом не допускать попадания глета внутрь баллона;

снять воздушные фильтры, промыть их бензином Б-70 и спиртом и продуть сухим сжатым воздухом;

при обнаружении в баллонах масла демонтировать с изделия трубопроводы, промыть их бензином Б-70 и спиртом и продуть сухим сжатым воздухом;

установить на изделие трубопроводы (если они демонтировались) и воздушные фильтры.

г) При обнаружении на внутренней поверхности баллонов и трубопроводов коррозии необходимо произвести очистку и противокоррозионную обработку внутренней поверхности баллонов и трубопроводов в соответствии с указаниями подразд. 10.12.

д) Баллоны, прошедшие обработку согласно п. «в» или «г», установить на изделие, присоединить компрессорную станцию и индикатор влажности и добиться требуемой кондиционности воздуха, как указано в п. «а».

10.12. ОЧИСТКА И ПРОТИВОКОРРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ БАЛЛОНОВ И ТРУБОПРОВОДОВ

10.12.1. Применяемые материалы и принадлежности

Применяемые материалы и принадлежности указаны в табл. 13.

Таблица 13

Наименование материалов и принадлежностей	ГОСТ, ТУ	Назначение
Соляная кислота (техническая)	ГОСТ 1382—69	Для травления
Уротропин (технический)	ГОСТ 1381—73	То же
Ортофосфорная кислота	ГОСТ 6552—80	Для фосфатирования
Окись цинка	ГОСТ 10262—73	То же
Клей БФ-2	ГОСТ 12172—74	Для пропитки фосфатного покрытия
Растворитель № 646	ГОСТ 18188—72	Для обезжиривания и разведения клея БФ-2
Ареометры с ценой деления от 1 до 1,6	ГОСТ 18481—73	Для определения удельного веса кислоты и рабочего раствора для фосфатирования
Свинцовый глет	ГОСТ 5539—73	Для монтажа вентиля и заглушки на баллоны
Емкость объемом 15—25 л (из алюминия, стекла, эмалированная или деревянная)	—	Для приготовления растворов
Мензурка на 500 см³	—	То же
Лампочка, смонтированная на стержне, с источником питания не более 12 В	—	Для контроля
Вода дистиллированная	—	Для разведения свинцового глета
Заглушка из маслобензостойкой резины или деревянные пробки	—	Для закрытия отверстий баллона и трубопроводов

10.12.2. Приготовление растворов

Для очистки и противокоррозионной обработки внутренних поверхностей баллонов и трубопроводов необходимо приготовить три разновидности растворов.

Раствор № 1 — для очистки внутренних поверхностей травлением.

Для приготовления 10 л раствора необходимы следующие компоненты:

соляная кислота (техническая) — 2 л;
уротропин (технический) — 50 г;
вода промышленная (очищенная) — 8 л.

Раствор готовить следующим образом: к 8 л воды добавить 2 л кислоты и 50 г уротропина и тщательно перемешать полученную смесь деревянной лопаткой (уротропин вводится в раствор для предохранения металла от перетравления).

Раствор № 2 — для холодного фосфатирования.

Для приготовления 10 л раствора необходимы следующие компоненты:

ортофосфорная кислота — 500 мл;
вода — 8500 мл;
окись цинка — 150 г (точно).

В зависимости от удельного веса ортофосфорной кислоты удельный вес раствора будет иметь значения, указанные в табл. 14.

Раствор готовить следующим образом. В отвешенную часть окиси цинка добавить небольшое количество воды до образования сметанообразной пасты, после чего в полученную смесь влить расчетное количество ортофосфорной кислоты, при этом паста должна почти полностью растворится. К полученному составу добавить расчетное количество воды, тщательно перемешать полученную смесь и замерить удельный вес раствора, который должен быть в пределах 1,055—1,060 гс/см³.

Таблица 14

Удельный вес ортофосфорной кислоты, гс/см³	Получаемый удельный вес раствора для фосфатирования, гс/см³
1,55	1,058
1,56	1,059
1,57	1,0575
1,58	1,058
1,59	1,059
1,60	1,056
1,61	1,058

Раствор № 3 — для пропитки фосфатного покрытия.

Приготовление 10 л лака на основе клея БФ-2 производить смешиванием 3—3,5 л клея БФ-2 с 6,5—7 л чистого растворителя № 646. Полученную смесь тщательно перемешать до получения однородной массы и хранить в герметически закрываемой посуде.

Не допускается применять для разведения клея БФ-2 растворитель № 646, ранее использованный для обезжиривания.

Приготовленные растворы могут быть использованы: № 1 — не более двух раз, № 2 — не более трех раз, № 3 — многократно при хранении в герметичной емкости.

Срок хранения растворов не более одного месяца.

10.12.3. Порядок очистки и противокоррозионной обработки внутренних поверхностей баллонов и трубопроводов

а) Подготовить баллоны и трубопроводы для очистки и обработки, для чего:

понизить давление воздуха в баллонах до нуля;

снять с изделия баллоны и трубопроводы согласно указаниям ТО и ИЭ изделия; трубопроводы снимать только те, по которым производится заправка воздухом баллонов и выдача высокого давления из пневматической системы;

вывинтить из баллонов вентили и заглушки и очистить резьбовые отверстия баллонов и резьбу вентилей и заглушек от свинцового глета;

заглушить одну из горловин баллонов (для баллонов с двумя горловинами) и один конец трубопровода.

б) Обезжирить внутренние поверхности баллонов и трубопроводов, для чего:

залить в баллоны растворитель на 30—40% вместимости баллона, а в трубопроводы — до заполнения полного объема;

положить баллоны на горизонтальный участок пола и произвести перекатывание в течение 5 мин; трубопроводы, заполненные растворителем, выдержать в течение 5 мин;

слить из баллонов растворитель в емкости, снять заглушки и продуть сухим сжатым воздухом.

в) Протравить внутренние поверхности баллонов и трубопроводов, для чего:

залить в баллоны и трубопроводы раствор № 1 (в баллоны — в таком количестве, чтобы раствор не выливался из горловины при горизонтальном положении баллона, в трубопроводы — до заполнения полного объема).

Травление производить при температуре раствора не ниже +15°С.

Время выдержки залитого раствора 1,5 ч, после чего слить его, залить новый раствор и снова выдержать в течение 1,5 ч. Для протравливания всей внутренней поверхности баллон периодически перекатывать. После травления слить раствор в емкость и промыть баллоны и трубопроводы чистой проточной водой в течение 5 мин.

г) Фосфатировать внутренние поверхности баллонов и трубопроводов, для чего:

залить в баллоны и трубопроводы раствор № 2 (после промывки и полного слива воды, не допуская перерыва) в таком же количестве и порядке, как и при травлении; залитые бал-

лоны периодически перекатывать, чтобы все участки поверхности находились в растворе не менее 30—40 мин;

слить раствор в емкость и просушить внутренние поверхности баллона и трубопроводов сухим сжатым воздухом в течение 15—20 мин, сняв предварительно заглушки; баллон при этом расположить вертикально;

осмотреть внутреннюю поверхность баллонов с помощью лампочки. После просушки на внутренней поверхности баллона должна быть темная пленка со светло-серым налетом. Если после высыхания на поверхности будет обнаружен желтый налет (неполное фосфатирование), операцию фосфатирования следует повторить, как указано выше, используя свежий раствор № 2.

д) Пропитать внутреннюю поверхность баллонов и трубопроводов раствором № 3, для чего:

залить в баллоны и трубопроводы раствор № 3 в таком же количестве, как при травлении и фосфатировании;

произвести двух-трехкратное перекатывание баллонов для полного смачивания внутренней поверхности;

слить раствор в герметически закрываемую емкость;

установить баллоны вертикально, а трубопроводы — таким образом, чтобы полностью стек раствор;

продуть баллоны и трубопроводы слабой струей сухого сжатого воздуха в течение 1 мин;

выдержать баллоны и трубопроводы на воздухе в течение 2 ч;

залить повторно в баллоны и трубопроводы раствор № 3 и повторить операции пропитки, как указано выше;

удалить образовавшееся скопление раствора и горловины и на резьбовой части ветошью, смоченной растворителем № 646 и намотанной на проволоку;

просушить баллоны и трубопроводы на воздухе при температуре 15—20°С в течение 6—8 ч;

просушить баллоны и трубопроводы при температуре 120°С в течение 4 ч с последующим охлаждением на воздухе при температуре 18—20°С.

Если невозможно обеспечить сушку при температуре 120°С, допускается производить ее при температуре 18—20°С в течение 72 ч.

Осмотреть с помощью лампочки внутреннюю поверхность баллона, которая должна быть от светло-серого до темно-серого цвета без потеков и пропусков.

10.12.4. Сборка и монтаж баллонов и трубопроводов на изделии

После обработки внутренних поверхностей баллонов и трубопроводов произвести их сборку и монтаж на изделии (по возможности в кратчайшее время) согласно указаниям ТО и ИЭ изделия.

При сборке баллонов не допускать попадания внутрь баллона свинцового глета, для чего не наносить свинцовый глет на три крайние нитки резьбы вентиля и заглушки и резьбу горловины баллона.

После плотного завинчивания вентиля и заглушки на горловине должно остаться 2—5 свободных ниток резьбы.

Для сушки глета баллоны выдержать при температуре 18—20°С в течение 24 ч.

Воздушные фильтры должны быть тщательно промыты и продуты сухим сжатым воздухом. После монтажа баллонов и трубопроводов на изделие проверить пневматическую систему на герметичность и функционирование, а также проверить влажность (точку росы) воздуха согласно ТО и ИЭ изделия. Если после первого заполнения баллонов до номинального давления влажность воздуха будет не в норме, произвести продувку пневматической системы, как указано в п. 10.11.2, «а» настоящего раздела.

При обработке внутренних поверхностей баллонов и трубопроводов руководствоваться указаниями по технике безопасности, приведенными в разд. 2 настоящего Общего руководства.

10.13. ЗАМЕНА И ПРОСУШКА АЛЮМОГЕЛЯ В ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ

Алюмогель ГОСТ 8136—76 подлежит замене в случае его замасливания и измельчения. При замасливании алюмогель заменять полностью. При измельчении необходимо отделить измельченный алюмогель просеиванием его через сито.

После частичной или полной замены алюмогель перед засыпкой его в рабочую емкость необходимо просушить при температуре 310—360°С в течение 4 ч. После просушки дать остыть алюмогелю в закрытом объеме (сухом помещении) до температуры 40—50°С и засыпать его в рабочую емкость. После остывания алюмогеля до засыпки его в рабочую емкость должно пройти не более 60 мин.

Если алюмогель по своему состоянию годен для дальнейшего использования (не замаслен и не измельчен), необходимо его просушить. Сушить алюмогель в электрическом сушильном шкафу или на открытом огне при температуре 200—250°С в течение 2—3 ч. Слой алюмогеля на жаровне шкафа или противне должен быть 3—5 см. По окончании просушки, но не позднее чем через 3 ч засыпать алюмогель в рабочую емкость, уплотнить его встряхиванием и легким постукиванием по корпусу. Уровень, до которого засыпается алюмогель в рабочую емкость, должен соответствовать величине, указанной в ТО и ИЭ изделия.

10.14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УТЕЧКИ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ВЫТЕСНЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПУЗЫРЬКАМИ ВОЗДУХА ИЗ МЕРНОЙ ЕМКОСТИ

Допустимая утечка воздуха при испытании на герметичность деталей и узлов пневматических и гидравлических устройств указывается в частных руководствах (как правило, в л/мин). Проверку допустимой утечки производить методом вытеснения жидкости пузырьками воздуха из мерной емкости в следующем порядке:

погрузить испытываемую деталь или узел в ванну с водой;

погрузить в ванну с водой мерную емкость до полного вытеснения из нее воздуха;

расположить мерную емкость над выделяющимися пузырьками воздуха, которые будут вытеснять воду и занимать объем над водяным столбом в мерной емкости;

заметить время поступления пузырьков в мерную емкость;

замерить полученный объем воздушных пузырьков в мерной емкости.

Если испытываемая деталь или узел выдерживается под давлением, то для определения допустимой утечки воздуха за 1 мин необходимо разделить измеренный объем воздушных пузырьков в мерной емкости на время испытания. Полученный результат и будет определять фактическую утечку воздуха за 1 мин (например, измеренный объем 0,5 л, время испытания 5 мин — фактическая утечка воздуха составляет 0,1 л/мин). Аналогично контролировать допустимую утечку воздуха, заданную в $см^3$/мин или $см^3$/ч. Мерная емкость в данном случае должна быть отградуирована в $см^3$.

11. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЯХ, ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯХ И КНОПКАХ

11.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе приведены указания по проверке и ремонту (или замене) следующих элементов радиоэлектронной аппаратуры: резисторов, конденсаторов, переключателей, выключателей и кнопок, полупроводниковых приборов и селеновых выпрямителей широкого применения (кроме специальных). Классификация и условные обозначения резисторов, конденсаторов и переключателей приведены в приложениях 30—32.

Восстановление плавких вставок предохранителей описано в приложении 33.

Как правило, элементы проверять по месту установки в устройстве (блоке, пульте, шкафу и т. д.).

Проверку по месту установки рекомендуется совмещать с проверкой блока и проводить в следующем порядке:

внешний осмотр;

опробование;

электрическая проверка отдельных элементов.

При внешнем осмотре проверять внешний вид элементов, состояние покрытий.

Опробованием проверять работу элементов с органами вращения или перемещения (переменные резисторы, конденсаторы переменной емкости, переключатели). Опробование, как правило, совмещать с электрической проверкой функционирования элементов во время проверки устройства.

Электрическая проверка элементов проводится косвенно при проверке сопротивления изоляции цепей устройства и проверке параметров устройства с включенными напряжениями питания (или при проверке устройства по таблице или карте напряжений и сопротивлений).

Сопротивление изоляции отдельных элементов измерять, если при проверке устройства обнаружено пониженное сопротивление изоляции цепи, в которую входят элементы. Дальнейшую электрическую проверку отдельных элементов (измерение

величины сопротивления резисторов, проверка диэлектрика конденсаторов, проверка коммутации контактов переключателей и т. д.) выполнять, если во время проверки устройства с включенными напряжениями питания обнаружены неисправные каскады и цепи, в которые входят элементы. Шунтирующие цепи рекомендуется размыкать в клеммных или штепсельных соединениях, а если это невозможно, то распаивать в наиболее доступном месте. Выводы резисторов, конденсаторов и полупроводниковых приборов отпаивать только при явной неисправности этих элементов или при отсутствии других способов для размыкания шунтирующей цепи.

11.2. ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ И РЕМОНТА РЕЗИСТОРОВ

11.2.1. Указания по проверке резисторов

Резисторы, как правило, проверять по месту установки внешним осмотром, опробованием и электрической проверкой.

При внешнем осмотре проверить:

состояние защитных и противокоррозионных покрытий;

целость оснований постоянных резисторов и корпусов переменных резисторов (выявить сколы, трещины);

целость контактных выводов и их крепление;

сохранность маркировки.

При опробовании проверить:

возможность вращения без заеданий осей переменных резисторов из одного крайнего положения в другое (обычно эту проверку совмещать с проверкой контакта между подвижным контактом и токопроводящим слоем при вращении оси);

исправность цангового зажима переменных резисторов.

При электрической проверке выполнять следующее:

измерить сопротивление изоляции между выводами и корпусом переменных резисторов (измерять, если при проверке устройства обнаружено пониженное сопротивление изоляции цепи, в которую входит переменный резистор);

измерить величину сопротивления резисторов (измерять, если при проверке устройства с включенными напряжениями питания или при проверке устройства по карте, таблице сопротивлений обнаружена неисправность каскада или цепи, в которую входят резисторы);

проверить омметром наличие контакта между подвижным контактом и токопроводящим слоем и изменение величины сопротивления переменных резисторов при вращении осей из одного крайнего положения в другое, если эти резисторы не были проверены косвенно на включенном устройстве.

Новые резисторы проверять внешним осмотром. Рекомендуется дополнительно измерить величину сопротивления.

Сопротивление резисторов должно соответствовать номинальному с допускаемым отклонением. Величину сопротивления резисторов измерять омметром, мегаомметром или измеритель-

ным мостом с погрешностью измерения, в 2—3 раза меньшей, чем допустимое отклонение величины сопротивления.

Сопротивление изоляции измерять мегаомметром с погрешностью измерения не более ±20%.

Рекомендуемые типы приборов и их краткие технические характеристики приведены в табл. 15 и 16.

Таблица 15

Краткие технические характеристики приборов для измерения сопротивления резисторов

Рекомендуемые приборы	Краткие технические характеристики		Возможная замена
	пределы измерения	погрешность измерения, %	
Прибор комбинированный Ц4312	0,2—3000 кОм	1,0	Прибор комбинированный Ц4313
Ампервольтомметр АВО-5М1	3 Ом — 3 МОм	2,5	То же
Вольтметр универсальный В7-15	10 Ом — 1000 МОм	2,5	В7-17
Мост универсальный Е7-4 (Е12-4)	0,1 Ом — 10 МОм	2	Е7-8

Таблица 16

Краткие технические характеристики приборов для измерения сопротивления изоляции резисторов

Рекомендуемые мегаомметры	Краткие технические характеристики			Возможная замена
	номинальное напряжение на разомкнутых выходных зажимах, В	пределы измерения, МОм	погрешность измерения, %	
М4100/1	100+10	0—20	1,0	Мегаомметр М1101М
М4100/2	250+25	0—50	1,0	—
М4100/3	500+50	0—100	1,0	Мегаомметр М1101М
М4100/4	1000+100	0—200	1,0	То же
М4100/5	2500+250	0—1000	1,0	—
Универсальный М4121	100, 250, 500, 1000	0—1000	2,5	—

11.2.2. Выявление неисправных резисторов

Выбраковке подлежат резисторы с неисправностями, указанными ниже.

Постоянные непроволочные резисторы, имеющие:

повреждения корпуса (основания), трещины, сколы в корпусе с нарушением токопроводящего слоя;

повреждение защитного покрытия (шелушение и обугливание лакового или эмалевого покрытия) резисторов вида ВС, МЛТ, ОМЛТ, КЭВ (изменение цвета защитного покрытия в результате теплового воздействия электрической нагрузки не является браковочным признаком, если величина сопротивления резистора находится в пределах допуска);

сколы на стеклокерамической оболочке объемных резисторов вида ТВО, КОИ, С4-1, МОН;

нарушение серебряного контактного покрытия у резисторов вида УНУ (на внешней окружности и внутренней поверхности отверстия);

повреждение токопроводящего слоя у незащищенных резисторов (УНУ, УНУ-III, МУН), в том числе царапины и срезы;

нежесткое крепление контактных выводов колпачков (кроме хомутиков с винтами, имеющих зазор на стяжку);

коррозию металлических деталей;

величину сопротивления, не соответствующую допустимому отклонению;

длину неприпаянных выводов менее 15 мм (для резисторов, устанавливаемых в устройство).

Переменные непроволочные резисторы, имеющие:

трещины, сколы на пластмассовом или керамическом корпусе, влияющие на механическую прочность и снижающие величину сопротивления изоляции;

облом контактных выводов (лепестков), задействованных по схеме блока;

неисправные цанговые зажимы, срыв резьбы втулки;

излом элементов крепления крышки корпуса;

нарушение контакта между подвижным контактом и токопроводящим слоем, скачкообразное изменение величины сопротивления (или величины напряжения) при вращении оси резистора из одного крайнего положения в другое;

величину сопротивления между крайними выводами, не соответствующую допустимому отклонению;

сопротивление изоляции между соединенными вместе выводами и корпусом меньше допустимой величины.

Постоянные проволочные резисторы закрытой конструкции (с защитой обмотки стеклоэмалевой или другой несъемной изоляцией) вида ПЭВ, ПЭВТ, ОПВЕ, ПКВ, ПКВ-Т, ПТМН, С5-13Т и др., имеющие:

нарушение защитного слоя с повреждением обмотки;

нарушение защитного слоя без повреждения обмотки (у теплостойких резисторов и резисторов в тропическом исполнении);

обрыв гибких выводов, облом выводных пластинок;

обрыв обмотки;

величину сопротивления, не соответствующую допустимому отклонению;

длину неприпаянных гибких выводов менее 15 мм (для резисторов, устанавливаемых в блок).

Постоянные проволочные резисторы открытой конструкции, имеющие:

повреждение керамического или пластмассового каркаса;

излом выводов или других деталей, запрессованных в пластмассовый каркас.

Переменные проволочные резисторы, имеющие:

повреждения металлической армировки, запрессованной в пластмассовый или керамический корпус;

срыв резьбы втулки;

трещины, сколы керамических или пластмассовых деталей, влияющие на механическую прочность и снижающие величину сопротивления изоляции;

облом контактных выводов, задействованных в схеме блока;

обугливание пластмассового каркаса от перегрева обмотки;

нарушение контакта между обмоткой и ползунком, скачкообразное изменение величины сопротивления (или величины снимаемого напряжения) при вращении оси из одного крайнего положения в другое;

обрыв провода обмотки;

величину сопротивления между крайними выводами, не соответствующую допустимому отклонению;

сопротивление изоляции между соединенными вместе выводами и корпусом меньше допустимой величины.

Терморезисторы ММТ, СТЗ, имеющие:

повреждение изоляционной эмали;

нарушение серебряного покрытия;

облом выводов;

величину сопротивления, не соответствующую допустимому отклонению.

11.2.3. Ремонт неисправных резисторов

Ремонт металлических и неметаллических деталей, намотку обмоток производить согласно указаниям разд. 6 и 17 соответственно.

Ремонту подлежат резисторы с неисправностями, указанными ниже.

Постоянные проволочные резисторы вида ПЭВР, у которых отсутствует контакт между хомутиком и проводом обмотки, сорвана резьба на крепежных деталях.

Стянуть хомутик винтом и гайкой, при необходимости выгнуть место контакта на хомутике.

Неисправные крепежные детали заменить на новые.

Постоянные проволочные резисторы открытой конструкции (обмотка открыта или защищена съем-

ной изоляцией типа лакоткани), имеющие обрыв обмотки, сколы и трещины корпуса (основания) из керамики, пластмассы и гетинакса, не влияющие на механическую прочность.

Намотать новую обмотку, выдержав величину сопротивления в пределах допуска. При намотке руководствоваться указаниями разд. 17.

Корпус ремонтировать в соответствии с указаниями разд. 6.

Переменные непроволочные и переменные проволочные резисторы, имеющие повреждение конца оси со шлицем, в результате которого невозможно повертывать ось отверткой из комплекта ЗИП.

Ось укоротить и пропилить новый шлиц. Обработанную поверхность покрыть алюминиевой краской или бесцветным цапон-лаком.

Переменные непроволочные и переменные проволочные резисторы, имеющие коррозию металлических деталей, сколы и трещины корпуса из пластмассы, не влияющие на механическую прочность.

Методы ремонта: детали очистить от коррозии и покрыть алюминиевой краской или бесцветным цапон-лаком; корпус ремонтировать в соответствии с указаниями разд. 6.

11.3. ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ И РЕМОНТА КОНДЕНСАТОРОВ

11.3.1. Указания по проверке конденсаторов

Конденсаторы, как правило, проверять по месту установки внешним осмотром и электрической проверкой.

При внешнем осмотре проверить:

целость корпусов, контактных выводов и их крепление в корпусах конденсаторов;

целость изоляторов конденсаторов в металлических корпусах;

целость элементов крепления конденсаторов с металлическими корпусами и крупногабаритных керамических конденсаторов;

состояние лакокрасочного покрытия металлических корпусов конденсаторов;

состояние пластин, изолирующих деталей и выводов переменных конденсаторов; возможность вращения ротора конденсатора без заедания.

При электрической проверке выполнять следующее:

измерить сопротивление изоляции (только в случае, если при проверке устройства обнаружено пониженное сопротивление изоляции цепи, в которую входит конденсатор);

проверить, нет ли пробоя диэлектрика конденсатора, если во время проверки устройства с включенными напряжениями питания обнаружена неисправная цепь (или каскад), в которую входит конденсатор.

Новые конденсаторы перед установкой в блок проверить внешним осмотром.

Сопротивление изоляции измерять мегаомметрами с погрешностью не более 20%. Отсчет величины сопротивления проводить через 60±5 с после подачи на конденсатор измерительного напряжения.

Целость диэлектрика (наличие пробоя) проверять омметром у конденсаторов с номинальным напряжением до 100 В и мегаомметром у конденсаторов с номинальным напряжением свыше 100 В.

Величина измерительного напряжения постоянного тока на выходе мегаомметра должна быть 100±15 В для проверки конденсаторов с номинальным напряжением от 100 до 500 В и 500±50 В для проверки конденсаторов с номинальным напряжением 500 В и выше.

Рекомендуемые мегаомметры и их краткие технические характеристики приведены в табл. 17.

Таблица 17

Сопротивление изоляции переключателей и кнопок

Наименование	Сопротивление изоляции между разомкнутыми контактами и корпусом не менее, МОм
Микропереключатели МП1-1, МП3-1, МП5, МП7, МП9—МП11 ОЮ0.360.007 ТУ, МП12 ОЮ0.602.069 ТУ, ПМ1 УС3.602.474 ТУ, ПМ15 ОЮ0.360.093 ТУ	1000
Переключатели типа тумблер УС0.360.049 ТУ, ВР0.360.007 ТУ	1000
Переключатели П1Т УС0.360.054 ТУ, П2Т ВТ0.360.002 ТУ	1000
Микротумблеры МТ3 ОЮ0.360.016 ТУ	1000
Переключатели движковые ОЮ0.360.009 ТУ	1000
Переключатели малогабаритные 2П4Н ОЮ3.602.320 ТУ	1000
Переключатели галетные малогабаритные ПГ2 ОЮ0.360.068 ТУ	1000
Переключатели галетные ПГК УС0.360.059 ТУ	5000
Переключатели галетные ПГГ УС0.360.059 ТУ	1000
Переключатели движковые ПД9 ОЮ0.360.089 ТУ	500
Переключатели щеточные ЕЩ0.360.600 ТУ	500
Переключатели кулачковые ПКМ ОЮ0.360.010 ТУ	1000
Кнопочные переключатели КП-2 ВР0.360.002 ТУ	1000
Переключатели ГОСТ 16708—77	50
Кнопки командные КН 106.510.010 ТУ	1000
Кнопки для коммутации электрических цепей НА0.360.011 ТУ	1000
Кнопки малогабаритные КМ ОЮ0.360.011 ТУ	1000
Кнопки П1КА-3 ОЮ0.604.013 ТУ	1000
Кнопки МПК1-4 ОЮ3.604.025 ТУ	1000

11.3.2. Выявление неисправных конденсаторов

Выбраковке подлежат конденсаторы, имеющие следующие неисправности:

коррозию более 30% поверхности металлического корпуса;

трещины, расхождение швов, вздутия металлического корпуса, вытекание из корпуса пропиточного состава и другие признаки нарушения герметичности конденсатора;

трещины, сколы, отпайку от корпуса (нежесткое крепление) выводных изоляторов;

облом гибкого вывода, выводной шпильки;

срыв резьбы, нежесткое крепление контактных выводов;

на поверхности опрессованных конденсаторов (например, вида КСО) трещины, сколы и вздутия, влияющие на механическую прочность и сопротивление изоляции;

трещины или раскол керамики у керамических конденсаторов;

сколы площадью более 3 мм; суммарная площадь сколов превышает 1% общей поверхности у трубчатых, цилиндрических, горшковых и кольцевых керамических конденсаторов с наружным диаметром 8 мм и более; сколы любых размеров у керамических конденсаторов диаметром меньше 8 мм;

трещины или раскол корпуса у стеклянных, стеклоэмалевых и стеклокерамических конденсаторов;

пробой диэлектрика;

сопротивление изоляции между выводами или между любым выводом и корпусом меньше допустимой величины;

длину неприпаянных проволочных выводов меньше 15 мм (у конденсаторов, подлежащих установке в схему блока).

11.3.3. Ремонт неисправных конденсаторов

Ремонту подлежат конденсаторы, имеющие следующие неисправности:

а) нарушено лакокрасочное покрытие конденсатора в металлическом корпусе. Коррозия 30% и менее поверхности корпуса.

Поверхность с нарушенной окраской или коррозией зачистить, обезжирить и окрасить в соответствии с указаниями разд. 6 и 21. Разрешается при окраске закрывать место маркировки бумагой на тонком слое смазки;

б) погнутости несъемных металлических элементов крепления конденсаторов (хомутиков, скоб, фланцев).

Погнутость выправить в соответствии с указаниями подразд. 6.1;

в) нарушено гальваническое покрытие (коррозия) съемных крепежных деталей, входящих в комплект конденсатора (гайки выводов, стяжные хомутики, винты и гайки к ним и т. д.).

Покрытие восстановить согласно указаниям разд. 21 или заменить детали;

г) замыкание между подвижными и неподвижными пластинами переменного конденсатора.

Замыкание устранить проверкой изогнутых подвижных пластин. После правки проверить омметром отсутствие контакта между подвижными и неподвижными пластинами при вращении оси конденсатора из одного крайнего положения в другое;

д) загрязнение подшипников переменного конденсатора. Удалить старую смазку и промыть подшипники растворителем с помощью кисточки, просушить. Нанести новую смазку ЦИАТИМ-201, если марка смазки не указана в частном руководстве по ремонту.

11.3.4. Формовка электролитических конденсаторов

Электролитические конденсаторы в нерабочем состоянии расформовываются, и у них увеличивается ток утечки. Устанавливать такие конденсаторы в аппаратуру нельзя, поскольку в результате большого тока утечки может измениться режим работы аппаратуры. Кроме того, конденсатор, имеющий большой ток утечки, нагревается во время работы и может разорваться, что приведет к повреждению монтажа аппаратуры.

Поэтому перед установкой электролитических конденсаторов, находившихся на хранении более месяца, необходимо проверить их ток утечки и при необходимости отформовать. Максимальный ток утечки электролитических конденсаторов $I_у$ определять по формулам:

для конденсаторов К50-3, К50-3А и К50-3В

$$I_у \leq KUC + m \text{ мкА},$$

где $K=0{,}2$ и $m=8$ при $UC \leqslant 200$ или $K=0{,}1$ и $m=0$ при $UC<200$. Ток утечки не должен быть более 1,5 мА;

для конденсаторов К50-6

$$I_у \leq 0{,}05\,CU + 3 \text{ мкА}.$$

Ток утечки должен быть не более 1,5 мА для $CU=40\,000$ и не более 3 мА для $CU>40\,000$.

Для конденсаторов ЭС (электролитический сварочный) $I_у$ должен быть равен или меньше 1,5 мА.

Ток утечки конденсаторов типа ЭС следует измерять при подключении конденсатора в цепь постоянного тока напряжением 12 В и отсчитывать через 1 мин после приложения напряжения.

Перед измерением $I_у$ конденсатора, хранившегося месяц, его надо выдержать под напряжением постоянного тока в течение 10 мин со сменой полярности через 5 мин. Если конденсатор хранился 6, 12 и более месяцев, то это время соответственно должно быть равно 30, 60 и 180 мин.

Ток утечки конденсаторов ЭМ, ЭТ, ЭТН определяется по формуле

$$I_у \leq KUC + m \text{ мкА},$$

где $K=0{,}2$ и $m=3$ для конденсаторов типа ЭМ, а для ЭТ и ЭТН $K=0{,}05$ и $m=0$.

Для конденсаторов КЭ и ЭГЦ ток утечки находим по такой же формуле, но $K=0{,}1$, а $m=200$ для $C<5$ мкФ и $K=0{,}1$, а $m=0$ для $C>50$ мкФ; $K=0{,}1$, а $m=100$ для C от 8 до 500 мкФ.

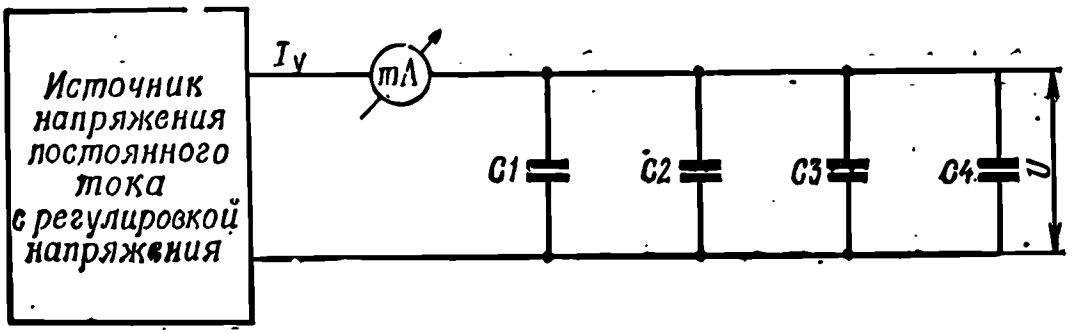


Рис. 107. Схема формовки электролитических конденсаторов:
mA — миллиамперметр постоянного тока с током полного отклонения, равным 2$I_у$ макс; С1 — С4 — формуемые конденсаторы

Для конденсаторов ЭТО-1 (ЭТО-С), ЭТО-3 $I_у \leqslant 2$ мкА для конденсаторов емкостью до 25 мкФ, $I_у \leqslant 3$ мкА для конденсаторов емкостью от 50 до 600 мкФ. Для конденсаторов ЭТО-2, ЭТО-4 $I_у \leqslant 20$ мкА для конденсаторов емкостью до 25 мкФ; $I_у \leqslant 30$ мкА, если их емкость от 50 до 600 мкФ. Для конденсаторов ЭТ $I_у \leqslant KUC$, где $K=0{,}35$ при $t=+100°C$ и $K=0{,}05$ при $t=+20°C$.

Те электролитические конденсаторы, которые имеют ток утечки, не превышающий полуторакратного значения от максимально допустимого, можно формовать путем подачи на них номинального рабочего напряжения от источника питания в течение определенного времени. Конденсаторы, имеющие ток утечки более допустимого, рекомендуется формовать по схеме рис. 107 следующим образом: подобрать электролитические конденсаторы в группы так, чтобы ток утечки одного конденсатора от другого при номинальном рабочем напряжении отличался не более чем на 10%. Постепенно увеличивая напряжение на выходе источника постоянного тока, необходимо следить за тем, чтобы ток утечки ($I_у$) не превышал значений, определяемых по формуле

$$\frac{U}{U_{ном}} \frac{I}{I_{max\ доп}} = 1,$$

где $U_{ном}$ — номинальное значение напряжения на конденсаторе;
$I_{max\ доп}$ — максимально допустимый ток утечки конденсатора.

После установки номинального значения напряжения на входе формуемых конденсаторов их выдерживают в течение 10 мин при хранении конденсаторов до одного месяца, 20 мин — до трех месяцев и 30 мин — до шести месяцев.

Во время формовки группы конденсаторов их следует проверять на нагрев; если какой-либо из них перегревается, то его целесообразно отсоединить от схемы и формовать отдельно. Степень нагрева конденсаторов можно определять рукой, но предварительно необходимо отсоединить их от схемы и разрядить через сопротивление.

Предупреждение! Во время формовки особое внимание следует обращать на меры безопасности. Нельзя замыкать выводы конденсатора, имеющего емкость более 100 мкФ и напряжение более 100 В, так как расплавленный металл замыкаемого проводника, разлетаясь во все стороны, может прожечь одежду и вызвать ожог кожи. Конденсаторы большой емкости (более 100 мкФ) можно разряжать только через сопротивление величиной около 20 Ом на каждые 100 В рабочего напряжения, что исключает образование искры.

Опыт показывает, что подформовку конденсаторов в аппаратуре, находящейся на длительном хранении, необходимо производить путем периодического ее включения во время проведения технических обслуживаний.

На 10 мин включается аппаратура при перерывах в ее работе до одного месяца, на 20 мин, если перерывы в работе составляют от одного до трех месяцев, и на 30 мин, если перерывы в работе составили от трех до шести месяцев.

11.4. ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ И РЕМОНТА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ И КНОПОК

11.4.1. Указания по проверке переключателей, выключателей и кнопок

Переключатели, выключатели и кнопки проверять по месту установки внешним осмотром, опробованием и электрической проверкой.

При внешнем осмотре проверить:

целость деталей из пластмассы, керамики и гетинакса, наличие на них трещин, сколов;

целость контактных выводов и их крепление на корпусе;

состояние противокоррозионного покрытия металлических деталей.

При опробовании проверить:

возможность перевода ручки переключателя (подвижного органа кнопки) из одного крайнего положения в другое без заеданий с четкой фиксацией каждого положения;

возвращение подвижной части кнопки в исходное положение после прекращения давления (для кнопок без фиксированных положений подвижного органа).

При электрической проверке выполнять следующее:

измерить сопротивление изоляции между контактами и корпусом (только в случае, если при проверке устройства обнаружено пониженное сопротивление изоляции цепи, в которую входит переключатель);

проверить замыкание контактов, задействованных по схеме устройства (совмещается с проверкой опробованием). При включенном устройстве срабатывание контактов определять по загоранию сигнальных лампочек, появлению напряжений и другим признакам, указанным в частном руководстве по ремонту. При выключенном устройстве замыкание контактов определять омметром.

Сопротивление изоляции проверять мегаомметрами с погрешностью не более ±20% и напряжением 100—200 В для переключателей с рабочим напряжением до 100 В и 250—500 В для переключателей с рабочим напряжением от 100 до 500 В.

Величины сопротивления изоляции наиболее распространенных переключателей указаны в табл. 17.

Отдельно проверять переключатели, снятые для ремонта, отремонтированные и новые переключатели. У новых переключателей перед установкой проверить четкость фиксации каждого положения, отсутствие заедания при переключениях.

11.4.2. Выявление неисправных переключателей, выключателей и кнопок

Выбраковке подлежат переключатели, выключатели, кнопки, имеющие следующие неисправности:

поломка пластмассовых деталей корпуса;

расслоения и вздутия на деталях из гетинакса;

сколы и надломы, влияющие на механическую прочность, сквозные трещины по толщине материала на деталях из керамики, пластмассы и гетинакса;

непрочное крепление или неисправность металлических деталей, запрессованных в пластмассовые детали;

выгорание пластмассового корпуса и деталей контактной системы;

нарушения более 30% площади поверхности гальванического покрытия на металлических деталях;

заедания подвижного органа (для кнопок неразборной конструкции без фиксированных положений подвижного органа);

заедания и нечеткая фиксация положений при переводе ручки (подвижного органа кнопки) из одного крайнего положения в другое (для переключателей и кнопок с фиксированными положениями неразборной конструкции);

отсутствие замыкания (размыкания) контактов (переключатели типа тумблер, переключатели неразборной конструкции);

заниженная величина сопротивления изоляции между разомкнутыми контактами и корпусом (для переключателей неразборной конструкции и микропереключателей).

Исправные детали забракованных переключателей разборной конструкции использовать при ремонте других переключателей.

11.4.3. Ремонт неисправных переключателей, выключателей и кнопок

Ремонту подлежат переключатели разборной конструкции (при наличии необходимых деталей), имеющие неисправности:

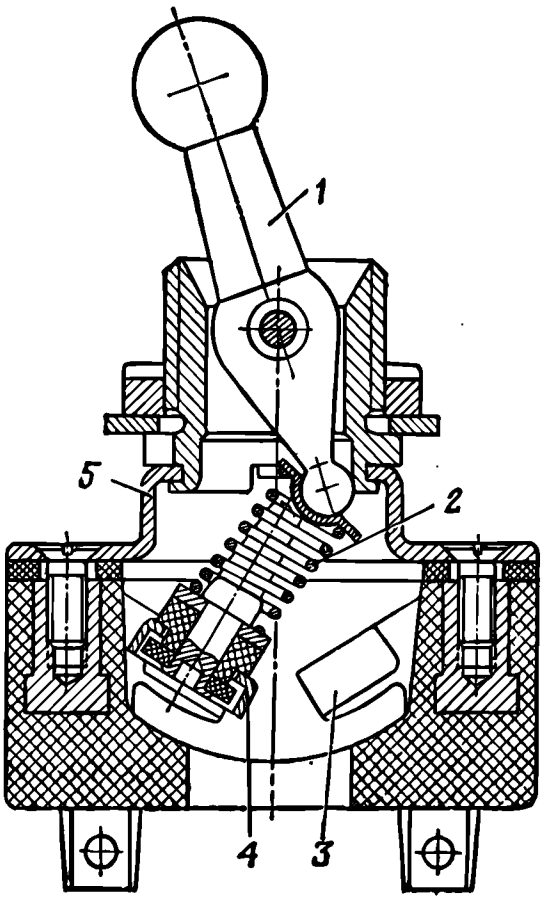


Рис. 108. Переключатель типа тумблер:

1 — рычаг; *2* — пружина; *3*, *4* — контакты; *5* — крышка

общие для всех переключателей:

сколы и трещины на деталях из керамики, пластмассы и гетинакса, не влияющие на механическую прочность деталей.

Детали ремонтировать согласно указаниям разд. 6. В переключателях, собранных из отремонтированных деталей, измерить сопротивление изоляции;

нарушения 30% и менее площади поверхности гальванического покрытия на металлических (нетокопроводящих) деталях.

Метод ремонта: очистить деталь от ржавчины, окрасить алюминиевой краской или бесцветным цапон-лаком;

сопротивление изоляции между разомкнутыми контактами и корпусом меньше требуемой величины.

Изолирующие детали промыть ацетоном и высушить. Если при повторном измерении величина сопротивления изоляции будет меньше требуемой, переключатель браковать;

нагары на контактирующих поверхностях переключателей (кроме галетных) и кнопок.

Контактирующие поверхности очистить замшей или шерстяной тряпкой, натертой пастой ГОИ. Протереть поверхности сал-

феткой, смоченной спиртом. Незначительные наплывы и выгорания на контактах толщиной 1,5 мм и более допускается зачищать надфилем с последующей полировкой пастой ГОИ;

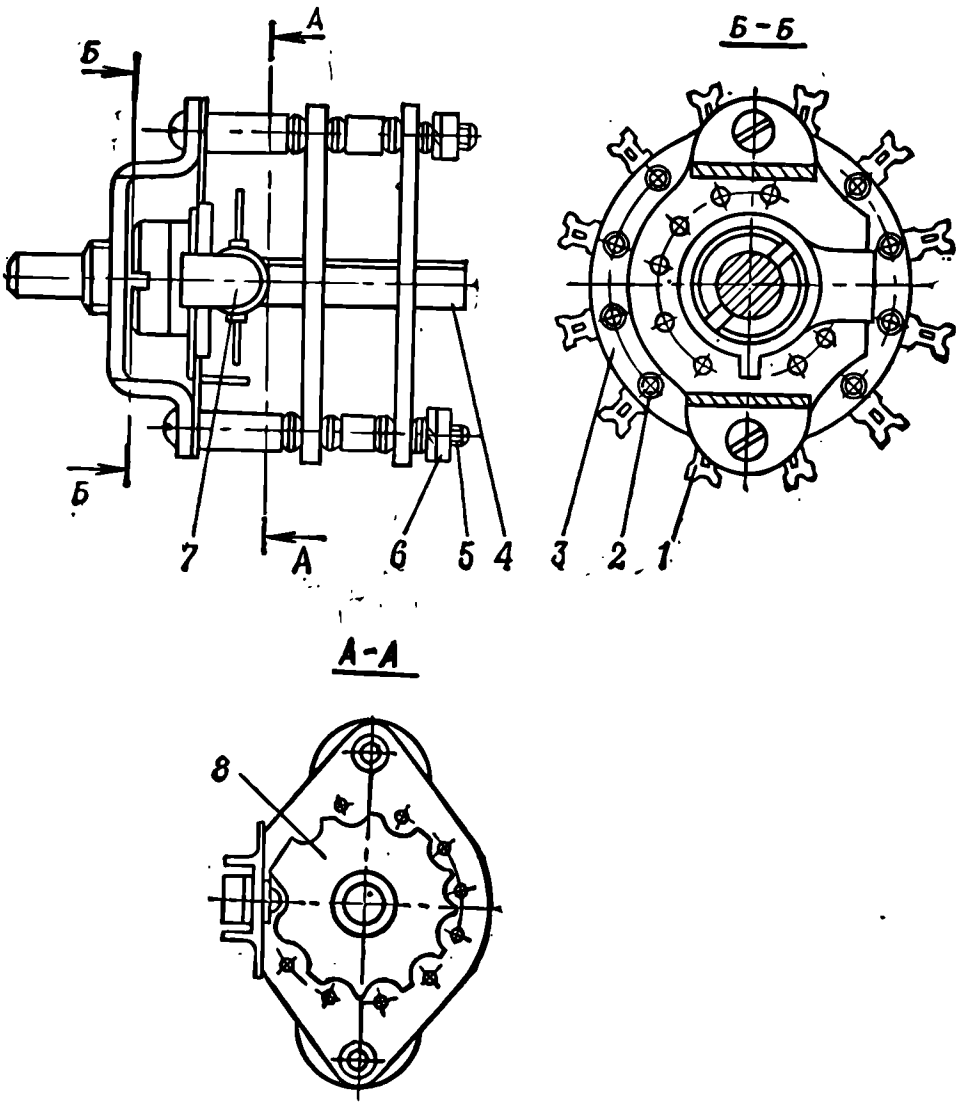


Рис. 109. Галетный переключатель:
1 — контактный лепесток; *2* — заклепка; *3* — плата; *4* — ось; *5* — винт; *6* — гайка; *7* — пружина; *8* — фиксирующий диск

переключатели типа тумблер, у которых рычаг *1* (рис. 108) переходит из одного положения в другое с заеданием и без четкой фиксации каждого положения. Переключатель разобрать, пружину *2* заменить. После сборки проверить фиксацию положений;

галетные переключатели, имеющие излом или нежесткое крепление контактного лепестка *1* (рис. 109).

В случае излома лепестка снять с переключателя плату, рассверлить и снять заклепку *2* и лепесток. Установить новый лепесток и заклепку. Развальцевать заклепку. Установить галету на переключатель. В случае нежесткого крепления лепестка заменить заклепку;

повреждение резьбы (больше двух ниток) винта *5* и гайки *6* в переключателе, разобранном для ремонта. Восстановить резьбу или заменить винт и гайку;

во время перевода ручки переключателя из одного крайнего положения в другое нет четкой фиксации каждого положения.

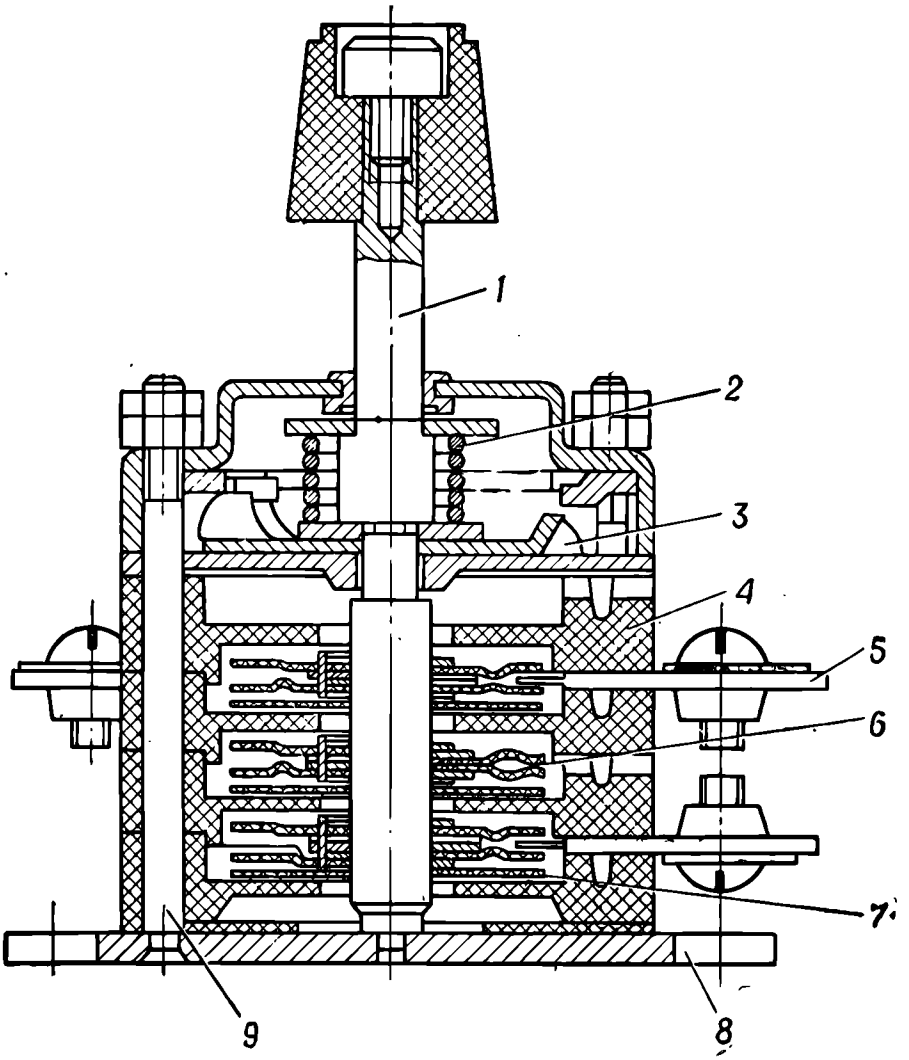


Рис. 110. Пакетный переключатель:

1 — валик; *2* — пружина; *3* — поводок; *4* — корпус; *5* — неподвижный контакт; *6* — подвижный контакт; *7* — прокладка; *8* — основание; *9* — шпилька

Разобрать переключатель, осмотреть пружину *7* и фиксирующий диск *8*. Неисправные детали заменить;

отсутствует контакт в каждой замкнутой паре контактов. Подогнуть губки контактных лепестков *1* так, чтобы в нерабочем положении подвижного контакта между ними не было зазора. Если губки контактных лепестков имеют остаточную деформацию (утратили пружинящие свойства), заменить плату переключателя;

пакетные переключатели, у которых при переводе ручки переключателя из одного крайнего положения в другое

наблюдаются заедания, отсутствует четкая фиксация каждого положения, отсутствует замыкание (размыкание) контактов.

Разобрать переключатель, осмотреть детали. Неисправные пружину *2* (рис. 110) и поводок *3* заменить. Незначительные нагары на подвижных *6* и неподвижных *5* контактах зачистить; в случае значительного нагара и оплавления контакты заме-

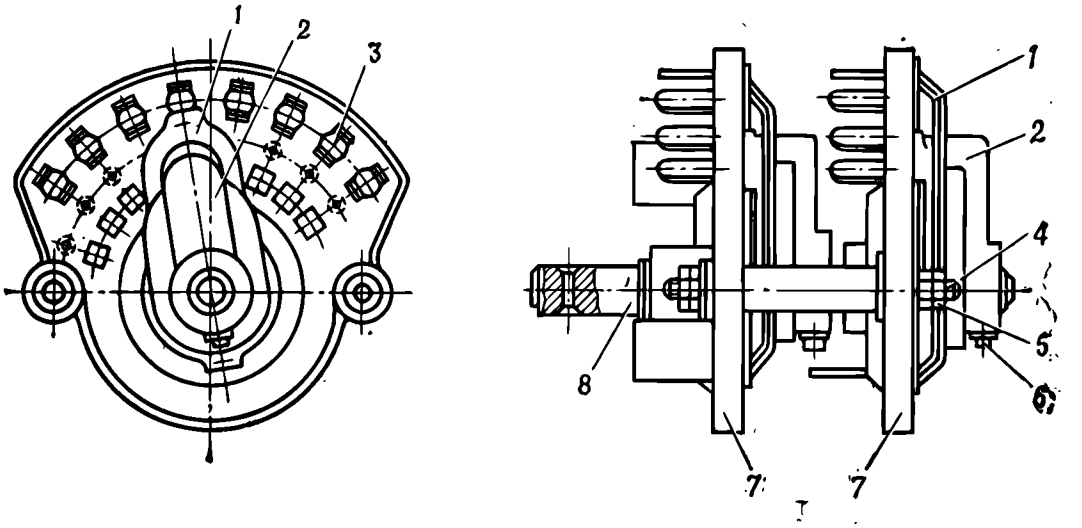


Рис. 111. Щеточный переключатель:
1 — щетка; *2* — основание; *3* — контакт; *4* — шпилька; *5* — гайка; *6* — стопорный винт; *7* — плата; *8* — ось

нить. Прокладку *7* в случае износа или выгорания заменить. Собрать переключатель, проверить четкость фиксации и замыкание (размыкание) контактов;

щеточные переключатели, имеющие дефекты:

в фиксированном положении переключателя щетка *1* (рис. 111) одновременно замыкает два соседних контакта *3*. Вывинтить стопорный винт *6*; основание подвижного контакта установить так, чтобы ось щетки *1* проходила через радиальную ось неподвижного контакта *3;* стопорный винт завинтить;

при переводе ручки переключателя из одного крайнего положения в другое наблюдаются заедания, отсутствует четкая фиксация каждого положения, отсутствует замыкание контактов, щетка в фиксированном положении замыкает одновременно два соседних контакта.

Разобрать переключатель, осмотреть детали. Детали с указанными неисправностями заменить: шпильки *4* и гайки *5* при наличии срыва резьбы, платы *7* с разрушенными выступами между фиксирующими углублениями, основания с подвижными щетками, в которых увеличено вследствие износа отверстие под стопорный винт. Незначительные нагары на неподвижных контактах и щетках зачистить. Платы *7* и щетки со следами подгара и оплавления заменить. Собрать переключатель, проверить четкость фиксации положений и замыкания контактов;

излом лепестков неподвижных контактов, запрессованных в плату. Заменить плату;

кнопочные переключатели и кнопки, имеющие заедания подвижного органа кнопки. Контакты не замкнуты при нажатом подвижном органе. Облом вывода.

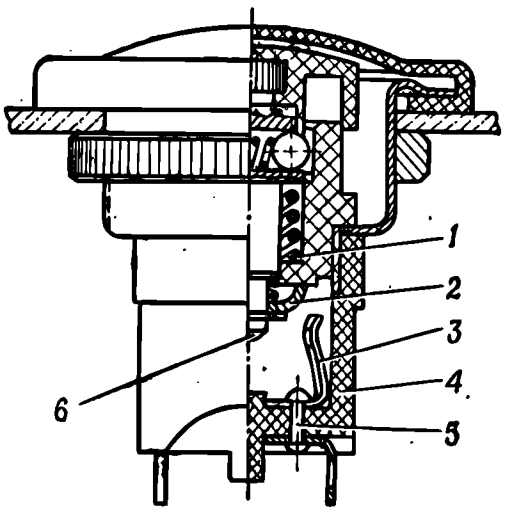


Рис. 112. Кнопка:
1, 4 — корпуса; *2* — подвижный контакт; *3* — неподвижный контакт; *5* — заклепка; *6* — винт

Разобрать кнопку, вывинтив нижнюю часть корпуса. Осмотреть подвижный *2* (рис. 112) и неподвижный *3* контакты, очистить нагар. Контакты с выгоревшей поверхностью и обломанный вывод заменить (для замены контакта *3* и вывода высверлить заклепку *5*). Вывинтить винт *6*, снять подвижный контакт *2*, осмотреть пружины. Неисправные пружины заменить. Собрать кнопку, проверить перемещение подвижного органа и замыкание контактов (омметром).

11.5. ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ И РЕМОНТА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

11.5.1. Общие сведения о полупроводниковых приборах

Классификация и маркировка. Полупроводниковые приборы классифицируются по значению предельной мощности и частоте в следующем порядке:

транзисторы малой мощности ($P<0{,}3$ Вт) низкой частоты ($f<3$ МГц);

транзисторы малой мощности ($P<0{,}3$ Вт) средней частоты (3 МГц$<f<30$ МГц);

транзисторы малой мощности ($P<0{,}3$ Вт) высокой частоты (30 МГц$<f<300$ МГц);

транзисторы малой мощности ($P<0{,}3$ Вт) сверхвысокой частоты ($f>300$ МГц);

транзисторы средней мощности ($0{,}3<P<1{,}5$ Вт) и большой мощности ($P>1{,}5$ Вт) низкой частоты ($f<3$ МГц);

транзисторы средней мощности ($0{,}3<P<1{,}5$ Вт) и большой мощности ($P>1{,}5$ Вт) средней частоты ($3<f<30$ МГц);

транзисторы средней мощности ($0{,}3<P<1{,}5$ Вт) и большой мощности ($P>1{,}5$ Вт) высокой частоты ($30<f<300$ МГц);

транзисторы средней мощности ($0{,}3<P<1{,}5$ Вт) и большой мощности ($P>1{,}5$ Вт) сверхвысокой частоты ($f>300$ МГц).

У приборов, разработанных до 1964 г. и выпускающихся в настоящее время, условные обозначения состоят из двух или трех элементов.

Первый элемент обозначения — буква Д (для диодов), буква П (для плоскостных транзисторов). Второй элемент обозначения — число (номер), которое указывает на область применения (табл. 18).

Таблица 18

Обозначение полупроводниковых приборов разработки до 1964 г.

Полупроводниковые приборы	Число (номер) — второй элемент обозначения
1. Диоды	
Точечные германиевые	1—100
Точечные кремниевые	101—200
Плоскостные кремниевые	201—300
Плоскостные германиевые	301—400
Смесительные СВЧ	401—500
Умножительные	501—600
Видеодетекторы	601—700
Параметрические германиевые	701—749
Параметрические кремниевые	750—800
Стабилитроны	801—900
Варикапы	901—950
Тоннельные	951—1000
Выпрямительные столбы	1001—1100
2. Траизисторы	
Маломощные германиевые низкочастотные	1—100
Маломощные кремниевые низкочастотные	101—200
Мощные германиевые низкочастотные	201—300
Мощные кремниевые низкочастотные	301—400
Маломощные германиевые высокочастотные	401—500
Маломощные кремниевые высокочастотные	501—600
Мощные германиевые высокочастотные	601—700
Мощные кремниевые высокочастотные	701—800

Третий элемент — буква, указывающая разновидность прибора.

Например, Д219А расшифровывается так: диод плоскостной кремниевый, разновидность А. П16Б — плоскостной триод (транзистор) маломощный германиевый низкочастотный, разновидность Б.

Начиная с 1973 г., вновь разрабатываемым приборам присваиваются обозначения из четырех элементов:

Первый элемент — буква или цифра — обозначает материал:

Г или 1 — германий или его соединения;

К или 2 — кремний или его соединения;

А или 3 — соединения галлия.

Второй элемент — буква, указывающая подкласс прибора:

Т — транзисторы биполярные;

П — транзисторы полевые;

Д — диоды;

Ц — выпрямительные столбы и блоки;

А — диоды СВЧ;

Ф — фотоприборы;

В — варикапы;

И — диоды туннельные и обращенные;

Н — тиристоры диодные;

У — тиристоры триодные;

Л — излучатели;

Г — генераторы шума;

Б — диоды Ганна;

К — стабилизаторы тока;

С — стабилитроны и стабисторы.

Третий элемент — число, указывающее назначение и качественные свойства приборов, а также порядковый номер разработки (табл. 19). Четвертый элемент — буква, указывающая разновидность типа из данной группы приборов (деление на параметрические группы).

Примеры обозначения полупроводниковых приборов приведены ниже.

Транзистор кремниевый, малой мощности, номер разработки 44, группа А — 2Т144А;

транзистор германиевый, средней мощности, номер разработки 0,5, группа А — ГТ605А;

транзистор полевой кремниевый, малой мощности, номер разработки 02, группа А — КП102А;

транзистор полевой, германиевый, средней мощности, номер разработки 01, группа А — 1П401А;

диод полупроводниковый универсальный германиевый, номер разработки 12, группа А — ГД412А;

диод полупроводниковый импульсный, номер разработки 04, группа А — 2Д504А;

диод полупроводниковый сверхвысокочастотный, смесительный, из арсенида галлия, номер разработки 20, группа А — АА120А;

тиристор триодный незапираемый, кремниевый, средней мощности, номер разработки 14, группа В — КУ214В.

Цветовая маркировка диодов приведена в табл. 20 и 21.

Таблица 19

Обозначения полупроводниковых приборов

Полупроводниковые приборы	Число (номер) — второй элемент обозначения
Диоды низкой и высокой частоты:	
выпрямительные	От 101 до 399
универсальные	От 401 до 499
импульсные	От 501 до 599
варикапы	От 101 до 199
Сверхвысокочастотные диоды:	
смесительные	От 101 до 199
видеодетекторы	От 201 до 299
модуляторные	От 301 до 399
параметрические	От 401 до 499
переключающие	От 501 до 599
умножительные	От 601 до 699
Фотодиоды	От 101 до 199
Фототранзисторы	От 201 до 299
Динисторы:	
малой мощности	От 101 до 199
средней мощности	От 201 до 299
большой мощности	От 301 до 399
Тринисторы:	
малой мощности	От 101 до 199
средней мощности	От 201 до 299
большой мощности	От 301 до 399
Туннельные диоды:	
усилительные	От 101 до 199
генераторные	От 201 до 299
переключающие	От 301 до 399
обращенные	От 401 до 499
Стабилитроны малой мощности ($P<0{,}3$ Вт):	
напряжение стабилизации от 0,1 до 9,9 В	От 101 до 199
напряжение стабилизации от 10 до 99 В	От 201 до 299
напряжение стабилизации от 100 до 199 В	От 301 до 399
Стабилитроны средней мощности ($0{,}3<P<5$ Вт):	
напряжение стабилизации от 0,1 до 9,9 В	От 401 до 499
напряжение стабилизации от 10 до 99 В	От 501 до 599
напряжение стабилизации от 100 до 199 В	От 601 до 699
Стабилитроны большой мощности ($P>5$ Вт):	
напряжение стабилизации от 0,1 до 9,9 В	От 701 до 799
напряжение стабилизации от 10 до 99 В	От 801 до 899
напряжение стабилизации от 100 до 199 В	От 901 до 999
Выпрямительные столбы:	
малой мощности ($I_{пр.\,ср}<0{,}3$ А)	От 101 до 199
средней мощности ($I_{пр.\,ср}>0{,}3$ А)	От 201 до 299
Выпрямительные блоки:	
малой мощности ($I_{пр.\,ср}<0{,}3$ А)	От 301 до 399
средней мощности ($0{,}3$ А$<I_{пр.\,ср}<10$ А)	От 401 до 499
большой мощности ($I_{пр.\,ср}>10$ А)	От 501 до 599
Транзисторы малой мощности:	
низкой частоты	От 101 до 199
средней частоты	От 201 до 299
высокой частоты и СВЧ	От 301 до 399

Продолжение

Полупроводниковые приборы	Число (номер) — второй элемент обозначения
Транзисторы средней мощности:	
низкой частоты	От 401 до 499
средней частоты	От 501 до 599
высокой частоты и СВЧ	От 601 до 699
Транзисторы большой мощности:	
низкой частоты	От 701 до 799
средней частоты	От 801 до 899
высокой частоты и СВЧ	От 901 до 999

Таблица 20

Цветовая маркировка полупроводниковых диодов выпуска до 1964 г.

Тип диода	Цветная отметка		
	корпуса	плюсового вывода	минусового вывода
Д10		Зеленая	
Д10А		Желтая	
Д10Б		Красная	
Д11-Д14		»	Черная
Д101	Белая		
Д101А	»		
Д102	Желтая		
Д103	Голубая		
Д103А	Зеленая		
Д104	Белая		
Д104А	»		
Д105А	Желтая		
Д106	Голубая		
Д106А	Зеленая		

Таблица 21

Цветовая маркировка полупроводниковых приборов

Тип диода	Цветная отметка
ГД107А, ГД107Б	Соответственно черная и серая точки
КД104А	Красная точка у плюсового вывода
КД105В, КД105Г	Соответственно зеленая и красная точки. Желтая полоса у плюсового вывода
КД109А, КД109Б, КД109В	Соответственно белая, желтая и зеленая точки у плюсового вывода
КД208А	Цветная точка у плюсового вывода
КД209А	Красная полоса

Продолжение

Тип диода	Цветная отметка
КД209Б	Зеленая точка, красная полоса
КД209В	Точка и полоса красного цвета
КЦ106А, КЦ106Б, КЦ106В, КЦ106Г, КЦ106Д	Черная точка у плюсового вывода
Д9Б (В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л)	Красная точка у плюсового вывода
Д223А, Д223Б	Красный цвет плюсового вывода, черный цвет минусового вывода
ГД511А	Две голубые точки
ГД511Б	Голубая и желтая точки
ГД511В	Голубая и оранжевая точки
Д220, Д220А, Д220Б	Желтая и красная точки у плюсового вывода
Д219А	Красная точка
КД519А, КД519Б	Соответственно белая и красная точки у плюсового вывода
КД522А	Два кольца
КД522Б	Три кольца
КД901А, КД901Б, КД901В, КД901Г	Соответственно одна, две, три, четыре точки
КД904А, КД904Б, КД904В, КД904Г	Соответственно одна, две, три, четыре красные точки
КД904Д	Одна красная и две синие точки
КД904Е	Две красные и две синие точки
КДС523А	Цветная точка у плюсового вывода
КДС523Б	Цветная точка отсутствует
КВ101А	Черная точка у плюсового вывода
КВ102А, КВ102Б, КВ102Г, КВ102Д	Белая точка у плюсового вывода
КВ104А, КВ104Б, КВ104Г, КВ104Д, КВ104Е	Оранжевая точка у плюсового вывода
КВ107А, КВ107Б, КВ107В, КВ107Г	Красная точка у плюсового вывода
КВ109А, КВ109Б, КВ109В	Соответственно белая, красная, зеленая точки на поверхности прибора
КВС111А, КВС111Б	Соответственно белая и оранжевая точки у минусового вывода
ГИ103А, ГИ103Б, ГИ103В, ГИ103Г	Соответственно две голубые, красные, черные зеленые точки на корпусе прибора
АЛ301А	Красная точка
АЛ301Б	Две красные точки
ГТ330Д, ГТ330Ж	Соответственно красная и зеленая полосы

Возможная замена полупроводниковых приборов. В ряде случаев бывает необходимо отыскать замену-аналог полупроводниковому прибору. Отыскание такой замены производится по паспортным данным или другим справочным материалам.

Возможная замена некоторых снятых с производства полупроводниковых приборов приведена в табл. 22.

Таблица 22

Замена полупроводниковых приборов

Полупроводниковые приборы	
снятые с производства	возможная замена
Д1А, Д1В	Д2В
Д1Г, Д1Е	Д2Д
Д1Ж	Д2Е
Д7Ж	Д226
Д11А, Д19	Д311А
Д20	Д18
Д101—Д106	2Д401А
Д107, Д108, Д109	Д223А
Д203	Д229А
Д204	Д229Б
Д205	Д229Б
Д221	Д237
Д302	2Д201А
Д304	2Д201А
Д814А	Д808
Д814Б	Д809
Д814В	Д810
Д814Г	Д811
Д814Д	Д813
Д1009	Д1001
Д1010	Д1002
ДГ-С1	Д403Б
ДГ-С2, ДГ-С8	Д403В
ДКС-3	Д405, Д405А
ДКС-7	ДКС-7М
ДК1-1	ДКИ-1М
П401, П402, П414, П415	П416
П403, П403А, П414А, П415А	П416А
П414Б, П415Б	П416Б
П216Д	П4ГЭ
П216В	П4ДЭ
П209	П210
П209А	П210А
П201М	П213А
П203М	П214Г

При отсутствии справочных материалов измерение параметров полупроводниковых приборов в целях подыскания возможной замены должно производиться контрольно-измерительной аппаратурой, приведенной в табл. 23.

Таблица 23

Приборы для проверки основных параметров полупроводниковых приборов

Наименование и тип прибора	Осиовные технические характеристики
Измеритель параметров маломощных транзисторов Л2-22	Диапазон частот 800 Гц±20%. Обратный ток коллектора (I_{CBO}) в пределах от 0,03 до 100 мкА. Статический коэффициент усиления по току (η_{21E} +1) в пределах от 10 до 1000
Измеритель параметров маломощных транзисторов Л2-23	Диапазон частот 760 Гц±5%. Обратный ток коллектора (I_{CBO}) в пределах от 5 до 50 мкА
Измеритель параметров маломощных транзисторов Л2-43	Частота измерительного тока 100 МГц±1%. Коэффициент усиления тока (η_{21E}) в пределах от 1 до 16
Измеритель параметров мощных транзисторов Л2-42	Статический коэффициент усиления по току (η_{21E} +1) в пределах от 5 до 500. Обратный ток коллектора (I_{CBO}) в пределах от 1 до 30 мА. Начальный ток коллектора (I_{CES}) в пределах от 1 до 30 мА
Испытатель СВЧ диодов Л2-27	Частота измерения 2 кГц±20%. Пределы измерения коэффициента усиления 2—5. Ток смещения от 30 до 300 мкА

11.5.2. Выявление неисправных полупроводниковых приборов и порядок их замены

Полупроводниковые приборы проверять внешним осмотром и измерением электрических параметров без отпайки из монтажа или перед установкой в монтаж.

Как правило, у диодов проверяется отсутствие пробоя полупроводникового перехода, а у транзисторов — обратный ток коллектора и коэффициент усиления по току α или β.

При внешнем осмотре проверять состояние лакокрасочного покрытия, наличие маркировки, отсутствие изломов на выводах. В монтаже, кроме того, проверять отсутствие короткого замыкания между выводами, правильность присоединения выводов полупроводникового прибора к точкам монтажа.

Проверку электрических параметров полупроводниковых приборов перед их установкой в схему производить контрольно-измерительными приборами, приведенными в табл. 23.

Полупроводниковый прибор подлежит выбраковке, если его рабочие электрические параметры не соответствуют паспортным данным или если состояние выводов не позволяет установить его в схему. Мощные полупроводниковые приборы также выбраковываются и при разрушенном теплоотводе.

Проверку полупроводниковых приборов без отпайки из монтажа можно производить омметром, проверяя омическое сопротивление между выводами. Такая упрощенная проверка предназначена только для выявления короткого замыкания (пробоя) полупроводниковых переходов.

Пробой полупроводникового перехода характеризуется или нулевым сопротивлением или равенством сопротивлений в прямом и обратном направлениях при измерении сопротивлений между выводами полупроводникового прибора.

При проверке обязательно учитывать влияние шунтирующих участков монтажа. Измерения производить приборами с рабочим напряжением не выше рабочего напряжения (указанного в паспорте на каждый тип) полупроводникового прибора во избежание их пробоя при проверке.

СВЧ измерительные и смесительные диоды проверять омметром не рекомендуется.

Указания по пайке полупроводниковых приборов. Пайка полупроводниковых приборов должна производиться оловянно-свинцовыми припоями ПОССу 40-0,5, ПОС-61 в соответствии с указаниями, изложенными в Инструкции по пайке мягкими и твердыми припоями (приложение 19).

Пайку производить в течение 2—3 с паяльником мощностью не более 60 Вт с теплоотводом между корпусом прибора и местом пайки.

В качестве теплоотвода рекомендуется применять пинцет с плоскими медными губками шириной не менее 3 мм и толщиной не менее 2 мм.

При соединении транзисторов с монтажом коллекторный вывод должен присоединяться последним и отключаться первым.

Базовый вывод должен присоединяться первым и отключаться последним.

11.6. ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ И РЕМОНТА СЕЛЕНОВЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

11.6.1. Общие указания

В настоящем подразделе описывается ремонт селеновых выпрямителей как старых, так и новых выпусков.

Селеновые выпрямители старых типов имели в начале обо-

значения буквы ВС, АВС и ТВС. Выпрямители типа ВС выполнены на шайбах из стальной основы. В настоящее время в новой аппаратуре они не применяются. Выпрямители АВС и ТВС выполняются на алюминиевых шайбах, покрытых никелем или висмутом, на которые наносится слой селена. У выпрямителей ВС и АВС анодом служит основание, а катодом — верхний электрод, в вентилях ТВС основание является катодом, фольга — анодом.

Пример записи выпрямителей типа АВС в документации: АВС-13-65, где первая группа цифр, стоящая после обозначения, указывает на размер шайбы (для квадратных шайб — это сторона квадрата, а для круглых шайб — диаметр шайбы). У выпрямителей, собранных из селеновых элементов диаметром 100 мм, эта цифровая группа отсутствует. Вторая группа цифр присваивается каждому отдельному типу выпрямителя.

Селеновые выпрямители типа АВС, собранные из таблет диаметром 5 и 7,2 мм, имеют обозначения из четырех групп, например АВС-6-150М. В этих выпрямителях вторая группа цифр — число, стоящее перед буквой М, указывает величину эффективного подводимого переменного напряжения в вольтах. Четвертая группа — буква М — указывает на малые габариты. Буква М может и не ставиться.

Для определения исправности выпрямителей типов АВС-1 и АВС-6, собранных из таблет, необходимо знать выпрямленное ими напряжение. С этой целью величину эффективного ($U_{эфф}$) подводимого переменного напряжения (третья группа обозначений) необходимо разделить на 3. У исправных выпрямителей среднее значение выпрямленного напряжения при среднем выпрямленном токе должно быть не менее полученной величины, т. е.

$$\frac{U_{эфф}}{3} \leqslant U_{выпр.}$$

В настоящее время селеновые выпрямители классифицируются по размерам элементов, классу выпрямителя, схеме сборки, общему количеству элементов, по допустимому нагреву, количеству параллельных ветвей, особенностям исполнения и имеют новое обозначение (табл. 24). Классификационные характеристики расположены по вертикали.

По обозначению типа выпрямителя определяются: размеры выпрямительных элементов и их количество в выпрямителе, допустимое обратное напряжение на элемент, принципиальная электрическая схема, серия выпрямителя, количество параллельных ветвей и конструктивные особенности выпрямителя.

Классификационные характеристики, их условное обозначение (индексы)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР ИНДЕКСА

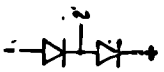
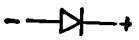
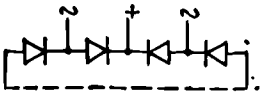
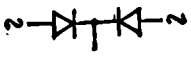
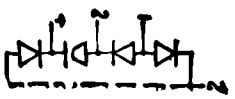
1		2		3		
Условное обозначение размеров элементов		Условное обозначение класса выпрямителя		Условное обозначение схемы сборки (вид выпрямителя)		
Индекс	Размер, мм	Индекс	Напряжение на один элемент, В	Индекс	Наименование	Схема
5	Ø 5	В	20	Д	Двуплечий выпрямитель	
7	Ø 7,1					
9	Ø 9	Г	25		Единичный вентиль	
12	12×12					
13	Ø 12,5	Д	30	Е		
15	15×15					
18	Ø 18	Е	35	Ж	Вентиль для включения в трехфазную схему	
22	22×22	И	40			
25	Ø 25					
30	30×30	К	45	М	Однофазный мост	
40	40×40					
60	60×60	Л	50			

Таблица 24

и схема построения обозначения выпрямителя типа 100ГД20А2К

ОБОЗНАЧЕНИЯ ТИПА ВЫПРЯМИТЕЛЯ						
4	5		6	7		
Общее количество элементов выпрямителя	Условное обозначение серии выпрямителя		Количество параллельных ветвей в выпрямителе	Дополнительное обозначение особенностей исполнения (при обычном исполнении отсутствует)		
	Индекс	Серия		Индекс	Особенности исполнения	
Проставляется фактическое количество элементов в выпрямителе	А	Допустимый нагрев элементов до +75° С	Количество параллельных ветвей (от 2 до 6), при отсутствии параллельных ветвей ставится тире, если справа есть знак исполнения	Г	Выпрямители галетной сборки (плоские)	
				К	Выпрямители, имеющие отклонение от нормализованной конструкции (окрашенные)	
	Г	Допустимый нагрев элементов до +80° С		М	Выпрямители нормализованной конструкции неокрашенные для работы в масле	
				Н	Выпрямители, имеющие отклонение от нормализованной конструкции, неокрашенные для работы в масле	
				П	Выпрямители, допускающие номинальный выпрямленный ток при сокращенном сроке службы	

1		2		3		
Условное обозначение размеров элементов		Условное обозначение класса выпрямителя		Условное обозначение схемы сборки (вид выпрямителя)		
Индекс	Размер, мм	Индекс	Напряжение на один элемент, В	Индекс	Наименование	Схема
75	75×75	Л	50	С	Выпрямтель со средней точкой	
90	90×90					
100	100×100					
120	100×200			Т	Трехфазный мост	
124	12×24					
130	100×300			Х	Разомкнутый однофазный мост	
136	12×36					
140	140×400					

ОБОЗНАЧЕНИЯ ТИПА ВЫПРЯМИТЕЛЯ

4	5		6	7	
Общее колнчество элементов выпрямителя	Условное обозначение серии выпрямителя		Количество параллельных ветвей в выпрямителе	Дополнительное обозначение особенностей исполнения (при обычном исполнении отсутствует)	
	Индекс	Серия		Индекс	Особенности исполнения
	Е	Температуростойкие для работы при 100° С		Р	Выпрямители с радиаторами для охлаждения
				Т	Выпрямители в тропическом исполнении
				У	Выпрямители, собранные с сокращенными промежутками, для работы при обдуве воздухом
	Я	Для работы с удвоенной плотностью тока		Ц	Выпрямители, имеющие несколько одинаковых изолированных друг от друга схем в одной сборке
				Ф	Из элемеитов на тонкой основе

Таблица 25

Эксплуатационные характеристики селеновых выпрямителей

Класс выпрямителя	Вид выпрямителя	Серия выпрямителя	Общее количество вентилей в выпрямителе	Подводимое переменное напряжение, В (эфф)	Выпрямленное напряжение при токе, указанном в табл. 26, не менее, В	Выпрямленное напряжение в конце срока службы выпрямителя, не менее, В
1	2	3	4	5	6	7
В	Д	А	2	40	14	12,6
В	С	А	2	20	7	6,1
В	М	А	4	20	14	12,6
В	Т	А	6	17,5	18	16,2
Г	Д	А	2	50	19	17,1
Г	С	А	2	25	9	8,1
Г	М	А	4	25	18	16,2
Г	Т	А	6	22	24	21,6
Д	Д	А	2	60	23	21,3
Д	С	А	2	30	11	10,1
Д	М	А	4	30	22	20,2
Д	Т	А	6	26	29	26,7
Е	Д	Г	2	70	27	22,3
Е	С	Г	2	35	13	12,1
Е	М	Г	4	35	26	24,2
Е	Т	Г	6	30	33	30,6
И	Д	Г	2	80	31	29,1
И	С	Г	2	40	15	14,1
И	М	Г	4	40	31	29,1
И	Т	Г	6	34	39	36,7
К	Д	Г	2	90	36	33,8
К	С	Г	2	45	18	16,9
К	М	Г	4	45	35	33
К	Т	Г	6	38	45	42,3

Пример обозначения выпрямителя типа 100ГТ20А2К:

100 — обозначение размера элементов, входящих в выпрямитель;

Г — обозначение класса выпрямителя по допустимому переменному напряжению на один элемент;

Т — обозначение вида выпрямителя;

20 — общее количество элементов в выпрямителе;

А — обозначение серии выпрямителя в зависимости от температуры допустимого нагрева;

2 — количество параллельных ветвей. При отсутствии параллельных ветвей обозначение не проставляется, если дополнительное специальное обозначение (справа) отсутствует; если дополнительное специальное обозначение имеется, то ставится тире;

К — дополнительное обозначение особенностей исполнения. При обычном исполнении обозначение не проставляется.

Отсутствие в обозначении шестого и седьмого элементов означает, что параллельных ветвей нет, а конструкция нормальная.

Эксплуатационные характеристики селеновых выпрямителей в соответствии с новым обозначением можно определить по данным табл. 25. В ней приведены данные на каждый вид, класс, серию выпрямителя, содержащего наименьшее количество вентилей. Для определения данных на другие селеновые выпрямители надо подсчитать количество вентилей в нем. Значение подводимого и выпрямленного напряжений будет во столько раз большим, во сколько раз в выпрямителе больше вентилей, чем указано в табл. 25. Значение выпрямленного тока в различных схемах выпрямления приведено в табл. 26.

Таблица 26

Значение выпрямленного тока в различных схемах выпрямления

Размер вентилей, мм	Выпрямленный ток в схеме, А			Обратный ток вентиля класса Д при напряжении 30 В, мА
	одиночный вентиль	однофазный мост или однофазный мост со средней точкой	трехфазный мост	
140×400	8	16	24	—
100×400	8	16	24	—
100×300	6	12	18	—
100×200	4	8	12	70
100×100	2,0	4	6	—
90×90	1,5	3	4,5	—
75×75	1,2	2,4	3,6	18
60×60	0,6	1,2	—	14
40×40	0,3	0,6	—	6

Продолжение

Размер вентилей, мм	Выпрямленный ток в схеме, А			Обратный ток вентиля класса Д при напряжении 30 В, мА
	одиночный вентиль	однофазный мост или однофазный мост со средней точкой	трехфазный мост	
30×30	0,15	0,3	—	—
22×22 или ∅ 25	0,075	0,15	—	3,6
15×15 или ∅ 18	0,04	0,075	—	2,4
12×36	0,08	0,16	0,24	—
12×24	0,06	0,12	0,18	—
12×12	0,04	0,08	0,12	—
∅ 12,5	0,025	0,05	0,075	—
∅ 7,2	0,006	0,012	0,018	—
∅ 5	0,0012	0,0024	0,0036	—

Маркировка выводов

При эксплуатации выпрямителей в случае их замены или формовки необходимо знать маркировку их выводов.

У всех селеновых выпрямителей полярность обозначается:

красный цвет + (плюс);

синий цвет — (минус);

желтый цвет ~ (перем. ток).

Полярность маркировки наносится эмалью НЦ-25 ГОСТ 5406—73.

Если в результате эксплуатации маркировка стерлась, а выпрямитель пригоден для эксплуатации, то полярность можно определить, зная тип вентилей, исходя из следующего:

у вентилей типа АВС и серии А пропускное направление тока будет от основания к контактному слою;

у вентилей типа АТ и серии Е пропускное направление будет от верхнего основания через слой селена, запирающий слой к нижнему основанию;

у вентилей типа ТВС пропускное направление будет от контактного слоя через запирающий слой и слой селена к основанию.

11.6.2. Выявление неисправных выпрямителей

Выявление неисправных селеновых выпрямителей проводится внешним осмотром и проверкой электрических параметров. В зависимости от неисправности выпрямитель выбраковывается или отправляется на ремонт.

Выбраковке подлежат выпрямители, имеющие следующие неисправности:

наличие заметного глазом искрения с поверхности селенового вентиля;

наличие повреждений лакокрасочного покрытия на поверхности вентилей, составляющих больше 20% их площади;

обломаны или расплющены контакты;

выпрямители, имеющие закороченные вентили, если после прожига они не восстанавливаются, а также селеновые выпрямители, выпрямленное напряжение у которых после формовки ниже, чем указано в табл. 25, графа 7.

Ремонту подлежат селеновые выпрямители, имеющие:

недостаточно четкую маркировку;

небольшие повреждения внешнего покрытия вентилей (до 20%);

пробой и незначительное отслоение (менее 5%) поверхности металлизированного покрытия сверху слоя селена селеновых шайб (вентилей), если шайбы сняты и дефектируются отдельно;

загрязненные шайбы.

Сопротивление изоляции токоведущих частей выпрямителя относительно стяжной шпильки для селеновых выпрямителей, выпущенных по техническим условиям ОЖ0.321.010 ТУ, не менее 50 МОм, а для селеновых выпрямителей типов АВС, ВС, ТВС — не менее 20 МОм.

11.6.3. Восстановление закороченных вентилей

В процессе эксплуатации селеновых выпрямителей возможен выход из строя (пробой) отдельных вентилей. Закороченные вентили подлежат восстановлению или замене новыми, чтобы не увеличилось обратное напряжение на остальные вентили.

Закороченные вентили рекомендуется восстанавливать электрическим током, проходящим через вентиль в обратном направлении, чтобы не повредить незакороченные участки восстанавливаемого вентиля.

Ток, необходимый для выжигания закороченных участков, рекомендуется получать разрядом конденсаторов емкостью от 100 до 4000 мкФ, заряженных до напряжения не более допустимого обратного напряжения на элемент. Закороченные участки можно выжигать, подключив непосредственно к вентилю напряжение от аккумуляторной батареи в запорном направлении.

11.6.4. Разборка, сборка и окраска селеновых выпрямителей открытой конструкции

Разборку селеновых выпрямителей выполнять только в случае крайней необходимости. В том случае, если восстановить закороченные вентили не удалось, в открытых селеновых вы-

прямителях их заменяют на исправные, которые можно использовать от ранее разобранных селеновых выпрямителей.

Для замены надо осторожно снять стяжную шпильку и, не рассыпая исправных склеенных краской вентилей, заменить неисправный.

Если вентиль для замены подобран от разборных неисправных селеновых выпрямителей, то перед его установкой в новый выпрямитель надо снять старую краску, если она имеется на контактной поверхности вентиля, с помощью растворителя, например, № 646 ГОСТ 18188—72.

После сборки столба закрасить замененную шайбу. Подкраску выпрямителей в местах повреждения краски выполнять эмалью ПФ-115 ГОСТ 6465—76. В процессе эксплуатации нельзя подтягивать или ослаблять гайки, сжимающие элементы на стяжной шпильке.

Усиление давления на элементы может вызвать увеличение обратных токов выпрямителя, а ослабление давления нарушит контакт между вентилями и вызовет местный перегрев их.

11.6.5. Формовка селеновых выпрямителей

Селеновые выпрямители, установленные в неработающей аппаратуре, а также находящиеся на хранении более шести месяцев, особенно если в хранилище температура менее 5°С, надо подвергать формовке. Вентили, не вмонтированные в аппаратуру, можно формовать двумя способами.

Первый способ. Схема формовки селеновых выпрямителей по первому способу приведена на рис. 113.

Сопротивление нагрузки $R_н = \frac{U_{обр}\, n}{I_н}$.

Формовку выпрямителей выполнять в следующем порядке:

установить переменное напряжение $U' = (0{,}6 \div 0{,}7)\, U_{обр} n$;

через 10—15 мин повысить установленное напряжение до величины $U'' = U_{обр} n$ и поддерживать его постоянным в течение 2 ч.

В формуле $U_{обр}$ — допустимое обратное напряжение на один элемент в В; n — число элементов в плече; $I_н$ — ток нагрузки.

В процессе формовки поддерживать среднюю величину выпрямленного тока.

Второй способ. Этот способ наиболее удобен для войсковых условий, поскольку не требуются сопротивление нагрузки и регулятор переменного напряжения, а постоянное (выпрямленное) напряжение можно снять с любого выпрямителя. Формовку выпрямителей по этому способу выполнять постоянным током по схеме рис. 114 в следующем порядке:

не подключая напряжение переменного тока, подать на выход селенового выпрямителя в соответствии с маркировкой обратное напряжение $U' \leqslant U_{обр} n$, при котором обратный ток не превышает предельно допустимый;

по мере спадания обратного тока увеличивать обратное напряжение, но не более $2U_{обр}n$, не допуская увеличения обратного тока более допустимого значения;

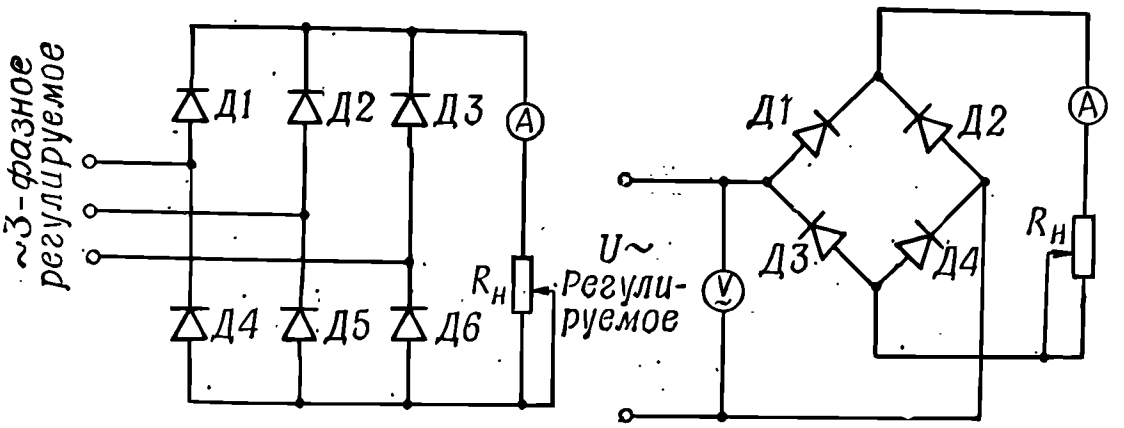


Рис. 113. Схема формовки селеновых выпрямителей переменным напряжением:

Д1 — Д6 — выпрямители, подвергаемые формовке; А — амперметр (миллиамперметр) на ток нагрузки выпрямителя; $R_н$ — сопротивление нагрузки

продолжать формовку в течение 2 ч; во время формовки необходимо следить за нагревом селеновых вентилей, температура которых при измерении термометром не должна превышать 65—70°С, а при измерении термопарой 70—75°С.

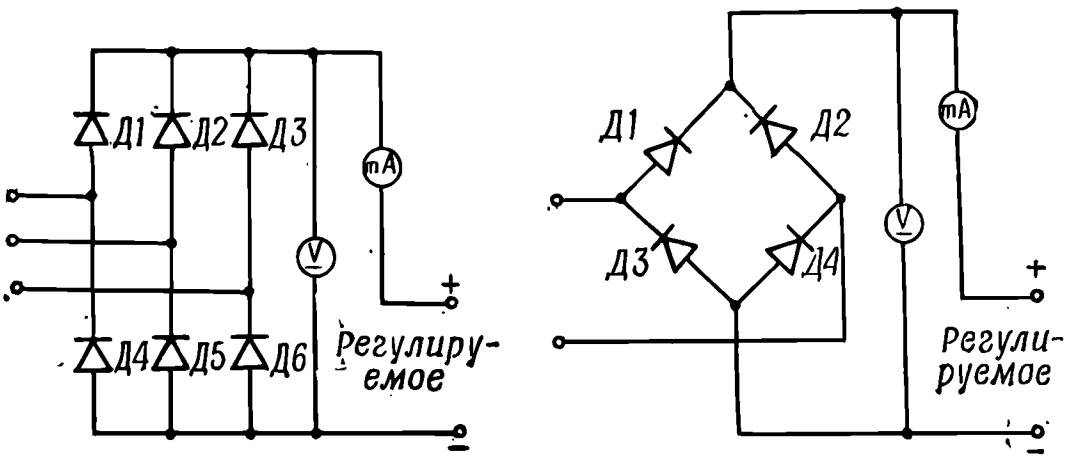


Рис. 114. Схема формовки селеновых выпрямителей постоянным напряжением:

Д1 — Д6 — выпрямители, подвергаемые формовке; V — вольтметр постоянного тока класса точности не хуже 2,5 с пределом измерения $U = 2U_{обр}n$; mA — миллиамперметр

Выпрямители, находившиеся на длительном хранении в нерабочем состоянии в аппаратуре, должны перед вводом в эксплуатацию подвергаться формовке в течение 2 ч путем включения под номинальное переменное напряжение по возможности без нагрузки. При этом нагрузку снимать или путем съема ряда ламп (с наибольшим током потребления), или выключением блоков, которые питаются от выпрямителя.

11.6.6. Проверка отремонтированных и новых выпрямителей

После ремонта селеновые выпрямители проверяются по величине прямого падения напряжения в выпрямителе и по величине выпрямленного тока. Схема проверки селеновых выпрямителей приведена на рис. 115. Проверяемые выпрямители должны соответствовать параметрам, приведенным в табл. 25, 26.

Новые выпрямители перед установкой достаточно проверить по величине выходного напряжения.

11.6.7. Варианты использования выпрямителей с различными схемами соединения элементов

Любой вид выпрямителя путем перепайки его перемычек или соединения с другими такими же выпрямителями может быть превращен почти в любую схему выпрямления. Возможные варианты перекомпоновки приведены в табл. 27.

Такая конструктивная особенность селеновых выпрямителей весьма удобна. Она позволяет широко использовать ограниченное количество видов выпрямителей практически в любой схеме выпрямления простой перепайкой перемычек и проводов. Поэтому при ремонте радиоаппаратуры, пользуясь данными схем, приведенными в табл. 27, можно перемонтировать имеющиеся в ЗИП изделия выпрямители и получить нужный выпрямитель для аппаратуры.

11.6.8. Указания по замене селеновых выпрямителей

При замене одних типов селеновых выпрямителей (как правило, снятых с производства) на другие необходимо выполнять следующие требования:

подводимые переменные напряжения обоих типов должны быть примерно одинаковы. При этом величина переменного напряжения (эффективное значение), приходящаяся на один элемент, не должна превышать допустимой;

выпрямленный ток заменяющего типа выпрямителя должен быть не менее выпрямленного тока заменяемого типа;

физические свойства, отражающие условия эксплуатации заменяющего типа, должны быть равны или лучше физических свойств заменяемого типа; например, выпрямители серии А могут быть заменены выпрямителями серии Г;

учитывать габаритные и установочные размеры.

Кроме указанного, необходимо учесть возможность перепайки перемычек заменяющего выпрямителя для получения требуемых параметров, как указано в п. 11.6.7.

В частности, селеновые выпрямители серии А, изготавливаемые по ОЖ0.321.010 ТУ с размерами элементов 60×60 и 90×90 мм, возможно заменить соответственно на селеновые выпрямители серии Я, изготавливаемые по УФ0.321.062 ТУ с размерами элементов 40×40 и 75×75 мм.

Примеры возможной замены приведены в табл. 28.

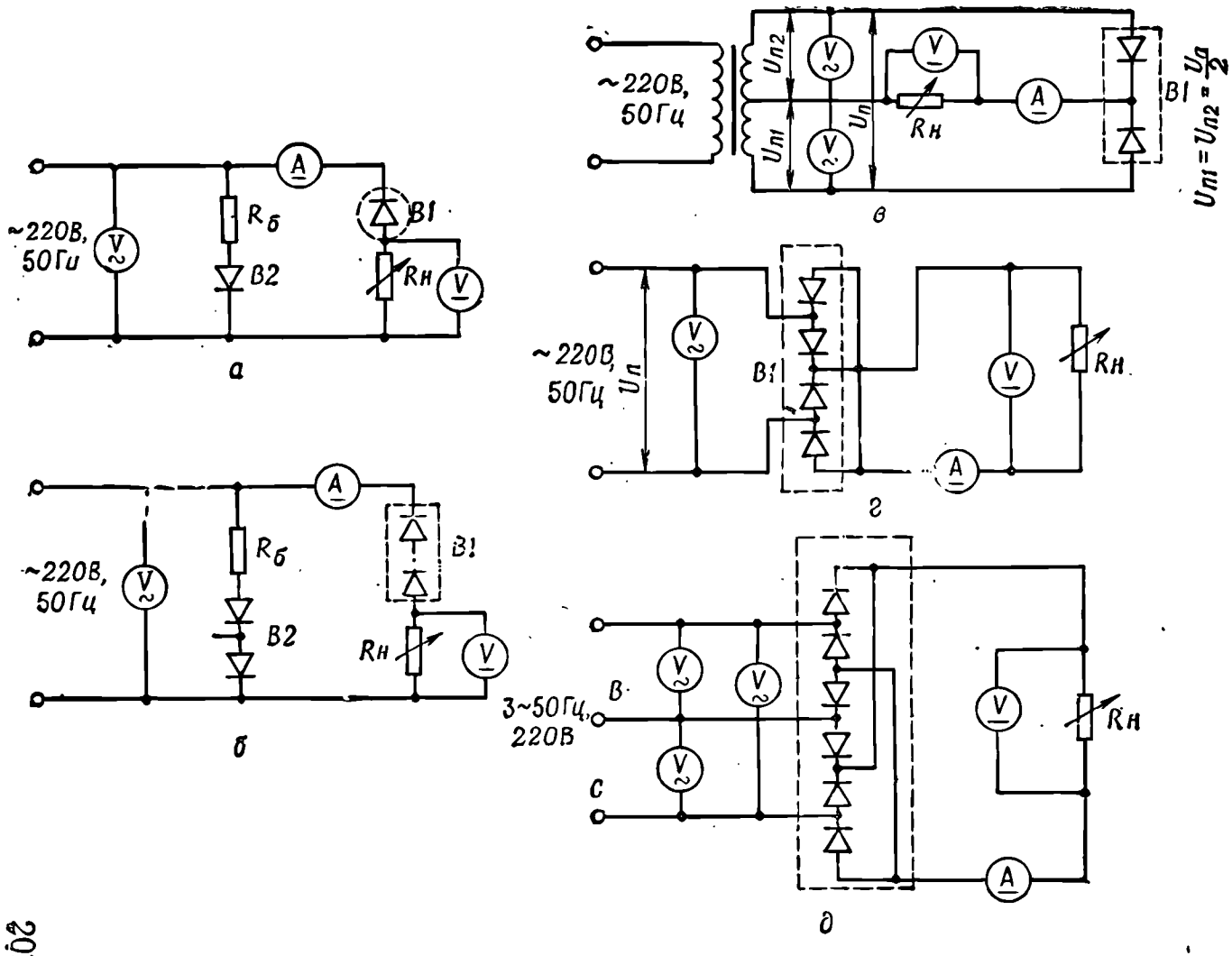
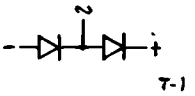
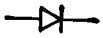
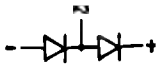
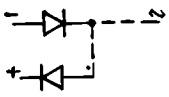
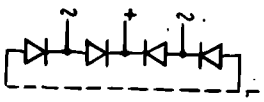
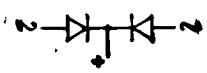
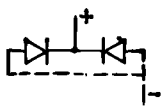
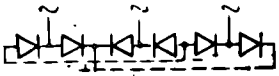


Рис. 115. Схемы проверки селеновых выпрямителей:

а — схема проверки вентилей; *б* — схема проверки двуплечих выпрямителей; *в* — схема проверки выпрямителей со средней точкой; *г* — схема проверки выпрямителей, собранных по схеме однофазного моста; *д* — схема проверки выпрямителей, собранных по схеме трехфазного моста; B1 — проверяемый вентиль или выпрямитель; B2 — вспомогательный вентиль или выпрямитель (одиотипный с проверяемым); $R_н$ — сопротивление нагрузки; $R_б$ — сопротивление балластное;

$$R_б \approx R_н$$

Применение отдельных видов выпрямителей

Виды выпрямителей	Возможные	
	 Т-1	
Д — двуплечий выпрямитель 	Основное применение	Вывод ~ не подключается
Е — единичный вентиль		Основное применение
М — однофазный мост 	Выводы ~ соединяются параллельно	Выводы ~ не подключаются
С — выпрямитель со средней точкой 	—	
Т — трехфазный мост 	Выводы ~ соединяются параллельно	Выводы ~ не подключаются

в различных схемах выпрямления

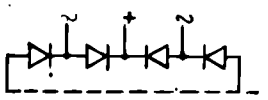
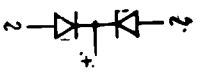
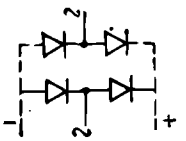
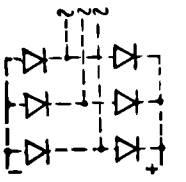
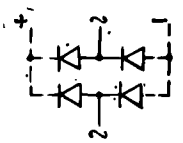
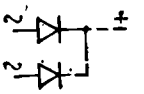
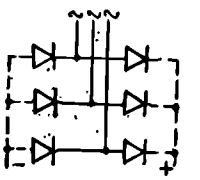
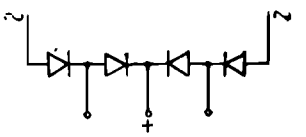
схемы выпрямления		
		
	—	
		
Основное применение		—
—	Основное применение	—
—	—	Основное применение

Таблица 28

Примеры возможной замены селеновых выпрямителей

Выпрямитель, подлежащий замене					Новый тип выпрямителя				
Номер ТУ и тип выпрямителя	Подводимое переменное напряжение, В эфф	Выпрямленное напряжение, не менее, В	Выпрямленный ток, А	Установочный размер, мм	Номер ТУ и тип выпрямителя	Подводимое переменное напряжение, В эфф	Выпрямленное напряжение, не менее, В	Выпрямленный ток, А	Установочный размер, мм
ОЖ0.321.011 ТУ					**УФ0.321.062 ТУ** **УФ0.321.051 ТУ**				
15ВД 20А	400	145	0,04	80	22ВД 20А	400	145	0,075	88
30ГМ 4А	25	18	0,6	50	40ГМ 4А	25	18	1,2	54
60ГМ 8А	50	37	1,2	84	40ГМ 8Я	50	37	1,2	88
75ВД 16А	320	115	1,2	138	75ВД 16Я-К	320	115	1,5	160
90ВМ 8А	40	29	3	94	75ВМ 8Я-К	40	29	3	94
90ГД 12А	300	115	1,5	126	75ГД 12Я-К	300	115	1,5	126

12. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ МОНТАЖЕ

12.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Электрическим монтажом, или электромонтажными работами, называется процесс соединения деталей, узлов, блоков и систем в соответствии с принципиальными и электромонтажными схемами.

Под электрическим монтажом понимается также совокупность проводников, деталей и узлов, соединенных между собой в электрические цепи по определенной схеме, т. е. результат электромонтажных работ.

По способу соединения деталей и узлов электрический монтаж может быть объемным или печатным.

12.1.1. Объемный электрический монтаж

Электрические соединения при этом типе монтажа выполняются жестким или мягким проводом. Монтаж высокочастотных цепей при расстоянии между соединяемыми точками не более 50 мм выполняют медной луженой или посеребренной проволокой марки ММ или монтажным проводом с медной жилой сплошного сечения с изоляцией. Голые провода обычно заключают в изоляционные трубки. На голые провода длиной менее 30 мм такие трубки надевают в случае пересечения проводов, при переходе через металлические стенки, экраны и т. п. или же при наличии особых требований, указанных в электромонтажных схемах. Электрический монтаж цепей постоянного тока и низкой частоты независимо от расстояния между соединяемыми точками обычно выполняют мягкими изолированными проводами, которые связывают в жгут, чем улучшается доступ к деталям.

12.1.2. Печатный электрический монтаж

Элементы печатного монтажа представляют собой тонкие слои металла, которые укреплены на поверхности плат из электроизоляционных материалов. В результате монтажная

схема приобретает двухмерную плоскостную конструкцию. При этом пластины и платы из электроизоляционных материалов называются основаниями. Электропроводящие слои используются для электрического соединения деталей, узлов и приборов, укрепленных на основании, т. е. они заменяют провода, с помощью которых в обычных конструкциях осуществляется монтаж.

Все функциональные детали: катушки индуктивности, конденсаторы, резисторы и т. п. — при печатном монтаже называются навесными деталями и укрепляются на основании. Электрическое соединение навесных деталей с печатным монтажом, микросхем и микромодулей выполняется пайкой.

Для изготовления оснований применяются: гетинакс, стеклотекстолит, полистирол, фторопласт-3 и -4, керамика.

Печатный монтаж выполняется следующими способами:

химическим и гальваническим осаждением металла на основание;

фольгированием оснований с последующим удалением ненужных участков фольги;

переносом гальванически осажденной печатной схемы с матрицы на основание;

вжиганием серебра в основание.

12.2. ПОРЯДОК ПРОВЕРКИ И РЕМОНТА МОНТАЖА

Проверка монтажа при ремонте производится внешним осмотром проводов и жгутов, печатных схем, установочных деталей, электрических соединений, радиодеталей, микросхем и микромодулей, а также проверкой электрической прочности изоляции и электрического сопротивления.

12.2.1. Жгуты и соединительные провода

Замене подлежат жгуты, в которых более 30% проводов повреждены и требуют замены из-за разрывов, обугливания, растрескивания изоляции. Ремонту подлежат жгуты, в которых обнаружены следующие неисправности:

повреждения оплетки из киперной, батистовой и хлорвиниловой ленты;

ослабление вязки и обрывы ниток вязки;

коррозия экранирующей оплетки проводов;

обрыв жил отдельных проводов;

повреждения отдельных проводов.

Растрескивание изоляции проводов проверять изгибом провода по диаметру, равному утроенному диаметру провода по внешней изоляции. Обрыв жил и замыкание проводов проверять омметром.

Отдельные провода, не связанные в жгуты, имеющие разрывы, растрескивание и обугливание изоляции, также подлежат замене.

12.2.2. Платы с печатным монтажом

Платы, в которых обнаружены расслаивания, разломы или обугливания, подлежат замене.

Ремонту подлежат платы, в которых при дефектации обнаружены следующие неисправности:

отслаивание или обрыв токопроводящего слоя;
разрушение влагозащитного покрытия;
выход из строя навесных деталей;
окисление паек;
расслаивание основания платы;
замыкания между навесными деталями;
трещины и сколы углов оснований.

12.2.3. Монтажные платы, колодки, панели, расшивочные стойки

Замене подлежат расколотые и обугленные детали, а также детали, у которых в результате механических повреждений или старения сопротивления изоляции между низковольтными контактами меньше 100 МОм.

Пластмассовые детали, имеющие незначительные трещины и сколы, не влияющие на сопротивление изоляции и механическую прочность, подлежат ремонту путем заделки стиракрилом.

При ремонте допускается использование запасных контактов плат с перемаркировкой контакта на плате для устанавливаемой детали.

12.2.4. Микросхемы и микромодули

Замене подлежат микросхемы и микромодули, имеющие сколы и трещины на поверхности, а также изгибы выводов в местах спая с керамикой или стеклом и поломки выводов микросхем и микромодулей.

Замену микросхем и микромодулей производить только при отключенных источниках питания.

12.3. УКАЗАНИЯ ПО ПАЙКЕ МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Пайку монтажных соединений производить в соответствии с указаниями приложения 19.

Пайка должна обеспечивать надежность электрического контакта и необходимую механическую прочность. В качестве

основного материала для пайки при объемном монтаже применяется припой ПОС-40 с температурой плавления 235°С.

Пайка на платах с печатным монтажом, а также пайка проводов диаметром меньше 0,1 мм и вблизи ранее выполненных паяных соединений производится припоем ПОС-61 с температурой плавления 190° С. В качестве флюса при пайке следует применять 30% раствор сосновой канифоли в спирте или только канифоль или другие бескислотные флюсы, указанные в приложении 19.

Запрещается применять флюсы, содержащие кислоту.

Количество флюса, наносимого на место пайки, должно быть минимальным, флюс не должен растекаться за пределы места пайки. Лужение и пайка монтажных соединений должны выполняться с соблюдением предосторожности во избежание излишнего перегрева монтируемых деталей, токопроводящего слоя при печатном монтаже, ожога или оплавления изоляции проводов и изолирующих трубок, растрескивания стеклянных выводных изоляторов герметизированных изделий, ослабления или отпайки контактных лепестков, штырьков, выводов. При тесном монтаже должны применяться теплозащитные экраны, чтобы не коснуться нагретой частью паяльника окружающих деталей.

При пайке недопустимо затекание флюса или припоя внутрь негерметизированных приборов. Место пайки должно быть достаточно прогрето паяльником для обеспечения полного растекания расплавленного припоя и исключения возможности «ложных» паек. При пайке должен происходить местный нагрев монтажного соединения без глубокого прогревания соединяемых элементов. Для этой цели при пайке полупроводниковых приборов должны применяться теплоотводы.

Длительность пайки выводов радиодеталей и токопроводящего слоя при печатном монтаже должна быть 3—5 с.

Места пайки для удаления нагара и флюса следует протирать ветошью, смоченной этиловым спиртом, непосредственно после каждой проведенной пайки.

Паяная поверхность монтажных соединений должна быть глянцевой, без пор, загрязнений, наплывов. Припой должен заливать место соединения со всех сторон, заполняя все щели и зазоры в месте пайки.

При пайке монтажных соединений высоковольтных цепей недопустимы острые выпуклости припоя.

Пайка должна быть по возможности «скелетной», т. е. под припоем должен быть виден контур подпаянных проводников. При печатном монтаже пайка производится паяльником с температурой нагрева 250±5° С. При этом печатный монтаж фольгированных оснований выдерживает не более пяти паек в каждой точке продолжительностью 5 с каждая.

12.4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА

12.4.1. Указания по мерам безопасности

При работе с печатными платами, микросхемами и микромодулями кроме общих мер безопасности при работе с радиотехническими устройствами необходимо выполнять следующие правила:

регулярно контролировать нагрев паяльника с помощью прибора контроля нагрева паяльника (паяльник ПЭТ-50 с прибором РТП-2М);

периодически очищать паяльник от нагара и излишков припоя;

следить за исправностью заземления средств измерения (контрольно-измерительной аппаратуры) и подставки (струбцины) для крепления плат и микроэлементов;

лакировку выполнять в резиновых или биологических перчатках и фартуках;

при попадании растворов на кожу места поражения протирать ацетоном или ксилолом и промывать горячей водой с мылом.

Помещение, в котором производится подготовка поверхностей и покрытие лаком плат, микросхем и микромодулей, должно быть хорошо освещено и оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

12.4.2. Соединение проводов и деталей

Корпус каждой детали, являющейся элементом электрической схемы, как правило, должен жестко закрепляться на механических опорах. Исключение составляют детали, масса которых не превышает 15 г (резисторы, конденсаторы и т. п.); их можно крепить на собственных выводах (на весу). Длину выводов от точки крепления до тела детали рекомендуется оставлять в пределах 5—15 мм. При этом изгиб выводов следует делать не ближе 5 мм от их основания. Концы жил монтажных проводов и кабелей, а также выводы деталей перед соединением облудить, механически закрепить одним из способов, показанных на рис. 116, и затем припаять. Пайка встык и внакладку, т. е. без механического закрепления, не допускается.

Провода закреплять без излишнего натяжения или провисания.

Гибкие и жесткие провода соединять только с помощью промежуточных опорных контактов (опорных изоляторов, клеммных и лепестковых плат и т. п.).

Не допускается расположение проводов на острых гранях деталей.

Провода однофазных и трехфазных цепей переменного тока свивать вместе по цепям и после этого заделывать в жгут.

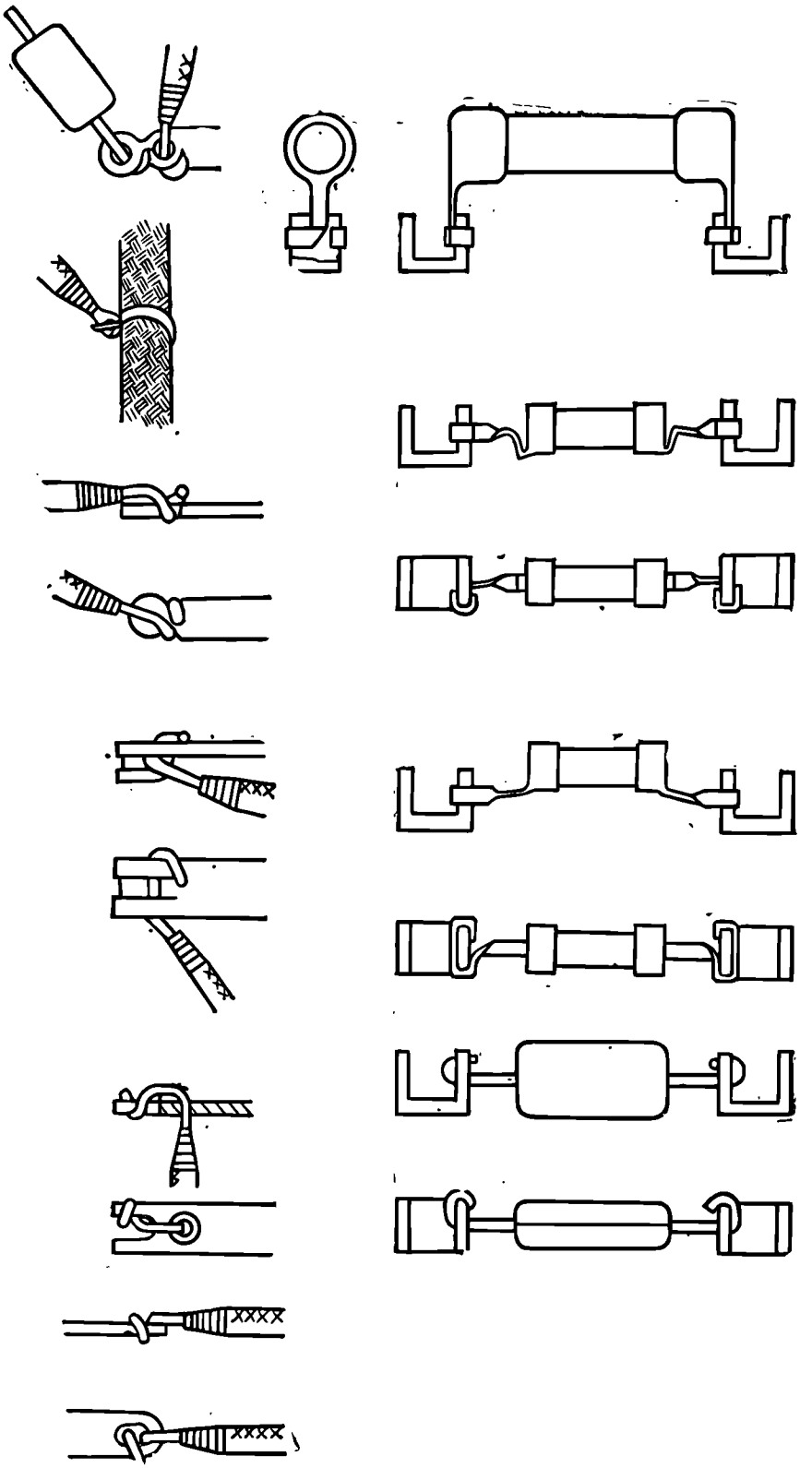


Рис. 116. Способы закрепления выводов деталей и проводов

Монтажные провода, подключаемые к подвижным элементам (поворачивающимся, скользящим и т. п.), должны иметь запас по длине, обеспечивающей не только необходимое перемещение элементов, но и две-три последующие заделки.

Закреплять и припаивать провода к лепесткам ламповых панелей следует при вставленных негодных электрических лампах. В противном случае установка лампы может оказаться затрудненной, контакты в панели ненадежными, а провода и пайки могут подвергаться недопустимым механическим воздействиям.

Расстояние между пайками, а также между пайкой и металлической частью шасси должно быть не менее 5 мм. Исключение допускается для деталей, у которых лепестки расположены на меньшем расстоянии один от другого.

Не допускается крепление на одиночных лепестках более трех проводов, а под зажимной контакт — более двух, если в электромагнитной схеме нет специальных указаний.

Мелкие детали припаивать на месте так, чтобы маркировка, нанесенная на них, была хорошо видна.

При выполнении плотного монтажа, насыщенного деталями и проводами, детали, не имеющие достаточно хорошей изоляции, поместить в изоляционные трубки.

Подготовка концов проводов к соединению. Провода с хлопчатобумажной или шелковой изоляцией, а также провода в экранирующей металлической оплетке при разделке концов, т. е. перед присоединением к деталям, нуждаются в закреплении изоляции от раскручивания и специальной заделке металлической оплетки.

Изоляцию проводов у разделанных концов закреплять оплетневкой шелковыми или хлопчатобумажными нитками, проклейкой нитролаком или надеванием на конец провода наконечника, капсюля или изоляционной трубки.

Оплетневку выполнять в следующем порядке (рис. 117). Оголить жилу на длину 13—15 мм. Если провод имеет металлическую оплетку, то укоротить ее относительно уровня среза изоляции еще на 5—7 мм. Затем место среза обернуть двумя слоями лакоткани ЛШ-1 так, чтобы покрыть оголенную жилу на 3—4 мм. После этого сделать петлю и уложить нитку плотными рядами в направлении от зачищенной части провода. При этом лакоткань должна выступать из-под начала обмотки на 1—2 мм. Затем конец нитки продеть в петлю, которую затянуть примерно под середину уложенных рядов ниток, чем и закрепить ее без наружных узлов. Оставшиеся начало и конец нитки, выступающие из-под краев обмотки, обрезать. Оплетневанную часть провода после закрепления концов покрыть цапон-лаком или бакелитовым лаком.

В том случае, когда оплетневка должна иметь большую длину, конец нитки протянуть не через всю оплетневку, а только через ее часть (рис. 118). Это исключает возможность обрыва нитки.

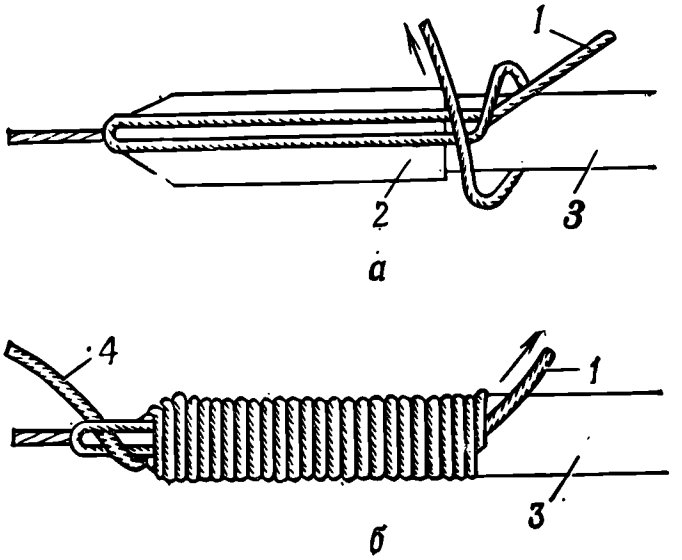


Рис. 117. Выполнение оплетневки:

а — начало оплетневки; *б* — выполнение оплетневки с еще не затянутым под витки концом нити; *1* — начало нити; *2* — лакоткань; *3* — изоляция провода; *4* — конец нити

В некоторых случаях оплетневкой нитками различных цветов одновременно с заделкой конца обозначают номер провода. Цвета ниток соответствуют цифрам: черный — 0, коричневый — 1, красный — 2, оранжевый — 3, желтый — 4, зеленый — 5, синий (или голубой) — 6, фиолетовый — 7, серый — 8, белый — 9.

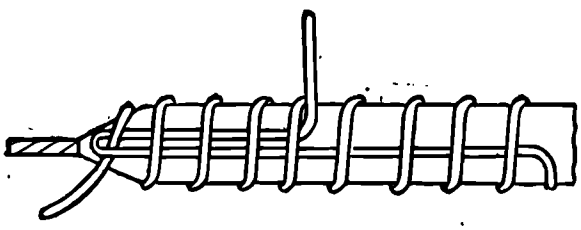


Рис. 118. Схема закрепления конца нити при оплетневке на большом участке

Наиболее дешевый и быстрый способ закрепления изоляции — проклейка конца изоляции цапон-лаком или бакелитовым лаком (рис. 119, *а*), а более удобный — надевание капсюлей из полиметилметакрилата (рис. 119, *б*).

Менее распространенный способ закрепления изоляции — заделка изоляции надеванием наконечников (рис. 119, *в*), изготовленных из пресс-порошка К-21-22. Перед тем как надеть трубку или наконечник на изоляцию, ее необходимо покрыть цапон-лаком или бакелитовым лаком ГОСТ 901—78.

Концы проводов с шелковой, резиновой или полихлорвиниловой изоляцией (ЛПРГС, МЦСЛ, МГВЛ, МГШВ и т. п.) разделывать для пайки в следующем порядке:

снять изоляцию на длину приблизительно 10 мм (рис. 120, *а*);

нанести на изоляцию бакелитовый лак и надеть до уровня среза полихлорвиниловую изоляционную трубку (рис. 120, *б*);

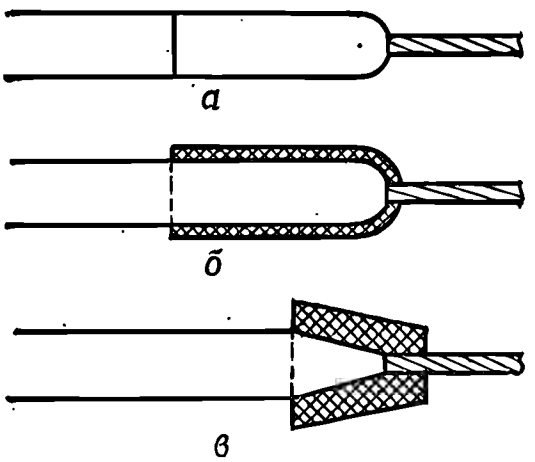


Рис. 119. Способы заделки волокнистой изоляции:

а — покрытие нитролаком; *б* — закрепление капсюлями из полиметилметакрилата; *в* — закрепление наконечником из пресс-порошка К-21-22

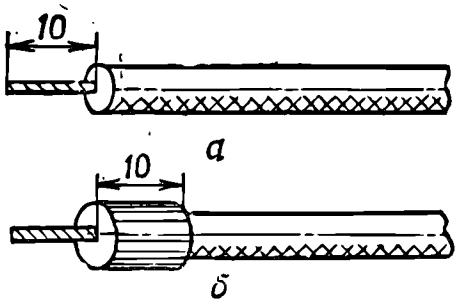


Рис. 120 Разделка конца изолированного провода

облудить жилу провода, предварительно зачищенную и скрученную;

нанести маркировку провода согласно принципиальной схеме чернилами ВИКА-1.

Состав чернил ВИКА-1:

перхлорвиниловая смола ТУ МХП 4274—54 — 8 г;

скипидар ГОСТ 16943—79 — 10 г;

этюдно-масляная краска (черная или синяя) — 12 г.

Концы экранированных проводов (ЛПРГСЭ, МЦСЛЭ и т. п.) разделывать в следующем порядке:

снять с провода на длину 15—20 мм экранирующую оплетку (рис. 121, *а*);

надеть на изоляцию изоляционную трубку длиной 20 мм, покрытую внутри лаком, и завести ее под экранирующую оплетку на длину 10 мм (рис. 121, *б*);

наложить на конец оплетки 3—4 витка провода ММ диаметром 0,6—0,8 мм и пропаять их припоем ПОССу 40-0,5 с канифолью (рис. 121, *в*);

снять изоляцию с участка провода, не закрытого трубкой, зачистить и облудить оголенную жилу (рис. 121, *г*).

Провода с толстым слоем изоляции (ПВЛ-1, ПВЛ-2 и т. п.) разделывать в следующем порядке:

удалить изоляцию с конца провода на длину 12—15 мм (рис. 122, *а*);

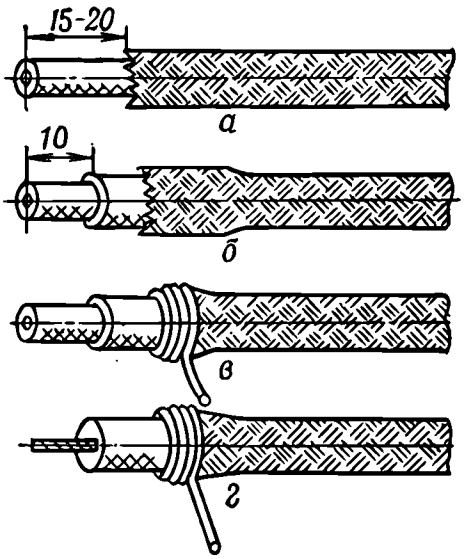


Рис. 121. Разделка конца провода в экранирующей оплетке

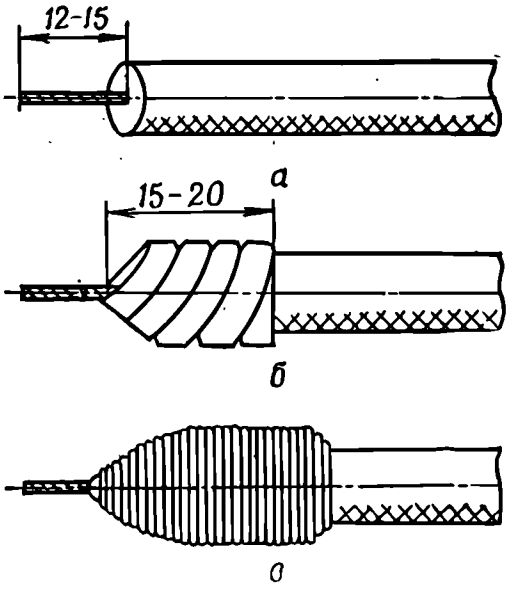


Рис. 122. Разделка проводов с толстой изоляцией

обвернуть изоляцию у места среза изоляционной лентой в один слой на длину 15—20 мм, при этом лента на 3—5 мм должна покрывать жилу провода (рис. 122, *б*);

оплетневать конец провода хлопчатобумажными нитками № 00 и покрыть оплетневанную часть цапон-лаком (рис. 122, *в*).

Экранированные провода с толстой изоляцией (ПВЛЭ и т. п.) разделывать в следующем порядке:

снять экранирующую оплетку с конца провода на длину 20—25 мм (рис. 123, *а*);

снять изоляцию на длину 10—15 мм (рис. 123, *б*);

обвернуть изоляцию у места среза изоляционной лентой на длину 15—20 мм, из них 3—5 мм должны приходиться на жилу провода (рис. 123, *в*);

обвернуть провод три-четыре раза изоляционной лентой (рис. 123, *г*);

натянуть конец оплетки на ленту (рис. 123, *д*);

закрепить оплетку тремя-четырьмя витками провода ММ, которые пропаять припоем ПОССу 40-0,5 с канифолью (рис. 123, *е*);

оплетневать конец провода хлопчатобумажными нитками на длину 25—40 мм (рис. 123, *ж*) и покрыть оплетневанную часть цапон-лаком.

Напайка наконечников. Провода, присоединяемые к клеммам и зажимам, обычно должны иметь наконечники или ролики соответствующих размеров и формы.

Наконечники на провода марок МЦСЛ, ЛПРГС и т. п. напаивать в следующем порядке:

снять с провода изоляцию на длину 10—15 мм (в зависимости от длины шейки наконечника) и облудить конец жилы (рис. 124, *а*);

надеть на изоляцию изоляционную трубку длиной 15—20 мм (рис. 124, *б*);

завести жилу в отверстие шейки наконечника и запаять (рис. 124, *в*);

нанести на шейку наконечника бакелитовый лак и надвинуть трубку на шейку (рис. 124, *г*).

Закреплять изоляцию провода можно также оплетневкой нитками, накладывая их на шейку наконечника и на часть изоляции провода. В этом случае место, подлежащее оплетневке, обвернуть лакотканью ЛШ-1.

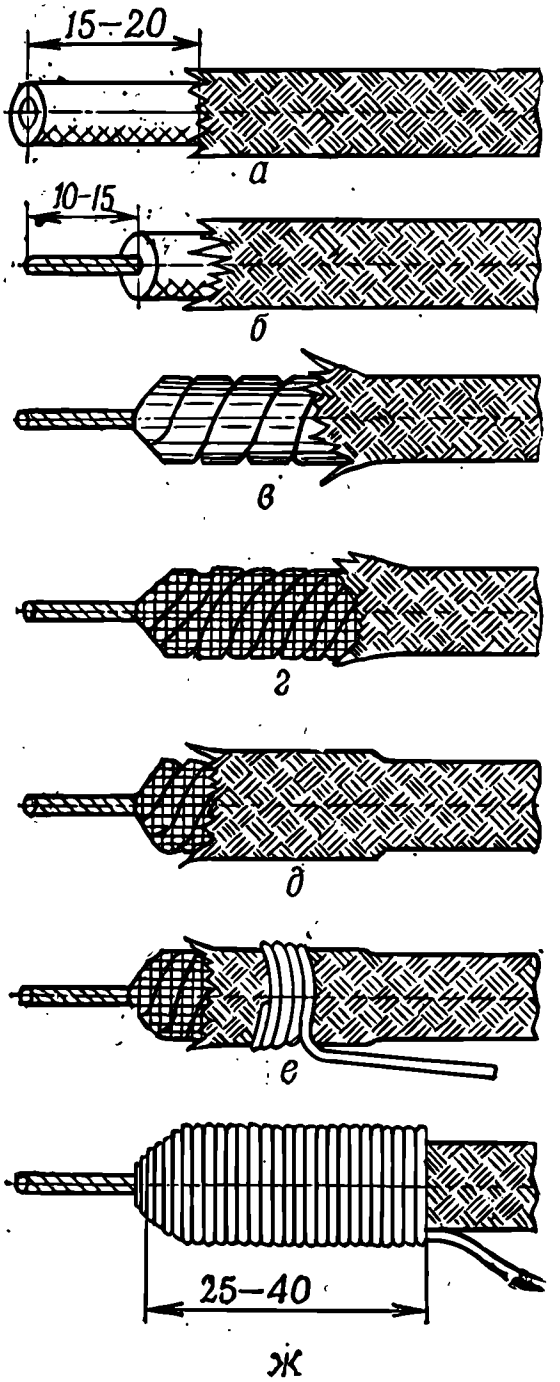


Рис. 123. Разделка конца провода с толстой изоляцией в экранирующей оплетке

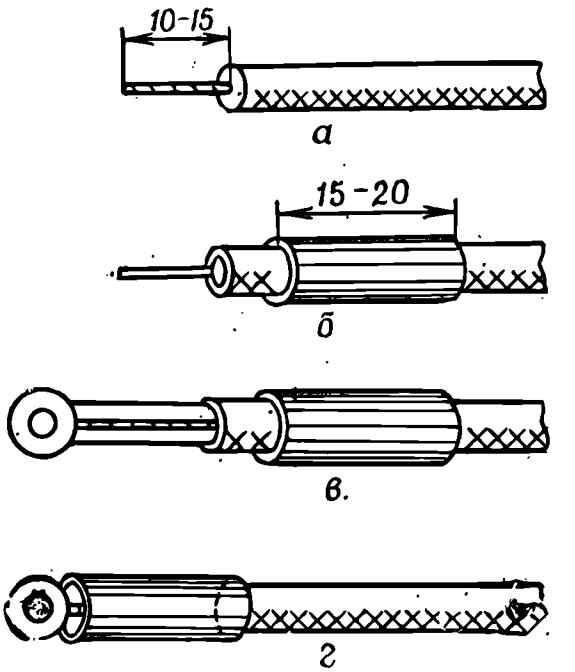


Рис. 124. Напайка наконечников на изолированные провода

На провода марок ПВЛ и т. п. наконечники напаивать в следующем порядке:

снять с провода изоляцию на длину 10—15 мм и облудить жилу (рис. 125, *а*);

напаять на жилу наконечник (рис. 125, *б*);

обвернуть шейку наконечника и часть изоляции резиновой лентой (рис. 125, *в*);

оплетневать резиновую ленту хлопчатобумажными нитками (рис. 125, *г*).

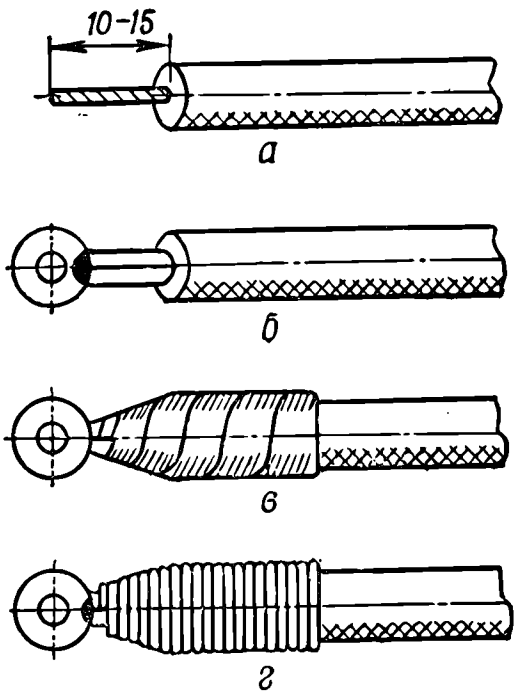


Рис. 125. Напайка наконечников на толстые провода

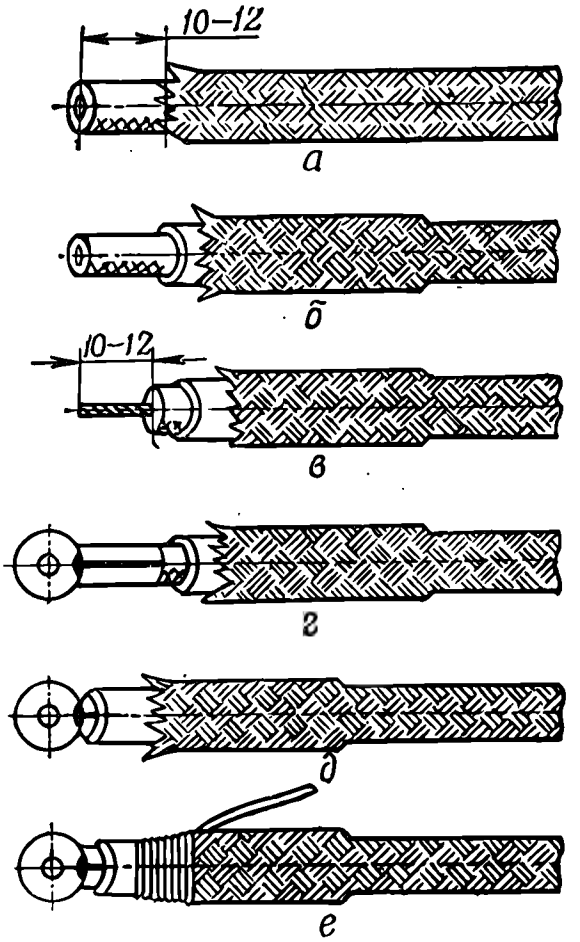


Рис. 126. Напайка наконечников на провода в экранирующей оплетке

Наконечники на провода в экранирующей оплетке (МЦСЛЭ, ЛПРГСЭ и т. п.) напаивать в следующем порядке:

снять экранирующую оплетку на длину 10—12 мм (рис. 126, *а*);

надеть на изоляцию провода изоляционную трубку длиной 20 мм, заведя ее под экранирующую оплетку так, чтобы из-под трубки выступал конец провода в изоляции длиной 12—15 мм (рис. 126, *б*);

снять изоляцию с не закрытого изоляционной трубкой участка на длину 10—12 мм, зачистить, скрутить и облудить жилу (рис. 126, *в*);

надеть на жилу наконечник и припаять его (рис. 126, *г*);

покрыть шейку наконечника и часть изоляции бакелитовым лаком и надвинуть трубку на шейку наконечника (рис. 126, *д*);

обвернуть конец экранирующей оплетки проводом ПЩ диаметром 0,6—0,8 мм на длину 3—4 мм и пропаять (рис. 126, *е*).

На экранированные провода с толстым слоем изоляции (ПВЛЭ и т. п.) наконечники напаивать в следующем порядке:

снять экранирующую оплетку на длину 20—25 мм (рис. 127, *а*);

снять изоляцию на длину 10—15 мм (рис. 127, *б*);

напаять на жилу наконечник (рис. 127, *в*);

сдвинуть экранирующую оплетку на длину 30—40 мм и обвернуть шейку наконечника и часть изоляции провода резиновой лентой (рис. 127, *г*);

намотать сверху резиновую изоляционную ленту (рис. 127, *д*);

надвинуть экранирующую оплетку на изоляционную ленту и обмотать конец оплетки тремя-четырьмя витками провода ММ, пропаяв их припоем ПОССу 40-0,5 с канифолью (рис. 127, *е*);

оплетневать разделанный конец хлопчатобумажными нитками № 00 (рис. 127, *ж*).

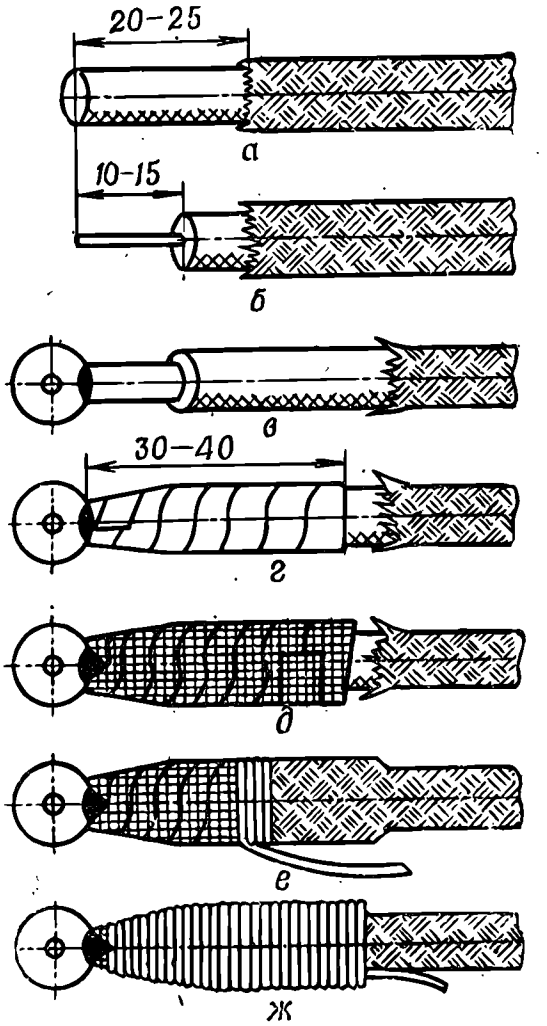
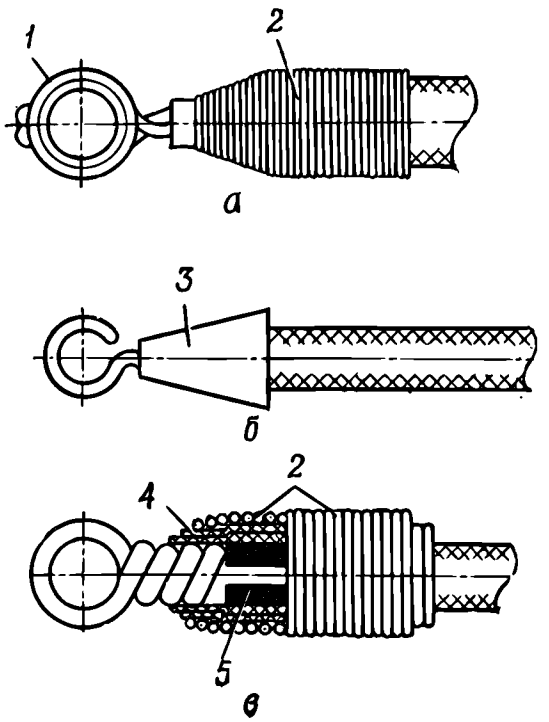


Рис. 127. Напайка наконечников на провода с толстой изоляцией в экранирующей оплетке

Другие способы разделки концов проводов. Заделка конца провода на ролик под зажим применяется только для мягкого провода. Для этого с конца провода снять изоляцию на величину, равную 3—3,5 диаметра наружного размера заделываемого ролика. Оголенную жилу расслоить на две равные части, проволочки каждой из них зачистить и плотно скрутить. Затем обе половины скрутить между собой на пол-оборота, заложить между ними ролик и скрутить на один оборот. После этого жилы обкусить так, чтобы длина концов была достаточной для их надежного закрепления пайкой; концы уложить в желоб ролика и опаять (рис. 128, *а*).

Для закрутки конца провода под обушок снять с провода изоляцию на длину 30—50 мм (в зависимости от требуемого диаметра кольца). Провод загнуть на оправке требуемого диаметра и закрутить (рис. 128, *в*). Затем на провод и часть изоляции наложить лакоткань или изоляционную ленту и по-

верх нее сделать оплетневку. Если провод имеет экранирующую оплетку, то перед оплетневкой на металлическую оплетку намотать и пропаять три-четыре витка медного голого провода. На рис. 128, *б* показана загибка конца под гайку.



Закреплять изоляцию можно любым из описанных выше способов. Перед наложением провода под клемму или шайбу необходимо совместить направление его изгиба с направлением завинчивания, иначе при завинчивании провод будет разгибаться и выходить из-под клеммы (шайбы). Не допускается крепление кольца провода непосредственно под гайку, головку винта или болта (без гладкой шайбы).

Рис. 128. Способы заделки концов соединительных проводов:

а — заделка конца провода на ролик; *б* — загибка колечка под гайку и шайбу; *в* — заделка конца провода под обушок; *1* — ролик; *2* — оплетиевка; *3* — наконечник из пресс-порошка; *4* — обертка из лакоткани; *5* — изоляция провода

12.4.3. Вязка жгутов

Группы проводов (от двух и более), прокладываемые при электрическом монтаже в блоке на значительные расстояния в одном направлении, связывать хлопчатобумажными нитками № 0 или 00 в жгут (рис. 129). Шаг вязки между петлями выбирать в зависимости от диаметра жгута (табл. 29).

Таблица 29

Выбор шага вязки жгута

Диаметр жгута, мм	Шаг вязки, мм
До 10	15—20
11—30	20—30
Свыше 30	30—40

Провода в жгутах укладывать без перекрещиваний и сплетений, если нет специальных указаний в монтажной схеме.

Вязку жгутов из экранированных проводов выполнять так же, как и вязку жгутов из обычных монтажных проводов. В местах, опасных для замыкания, на экранированные провода надевать изоляционные трубки, а если их нет — обматывать лентой из лакоткани или ставить бандаж из хлопчатобумажных ниток № 00.

Жгуты крепить с помощью металлических или пластмассовых скоб, выгнутых по форме сечения жгута.

Расстояние между скобами в зависимости от диаметра жгута должно быть в пределах 200—500 мм с таким расчетом, чтобы не допустить провисания жгута. Под металлические скобы необходимо подкладывать прокладки из электрокартона ЭВ. Прокладки должны выступать за края скоб на 1—3 мм и иметь толщину 0,3—1,5 мм в зависимости от толщины жгута.

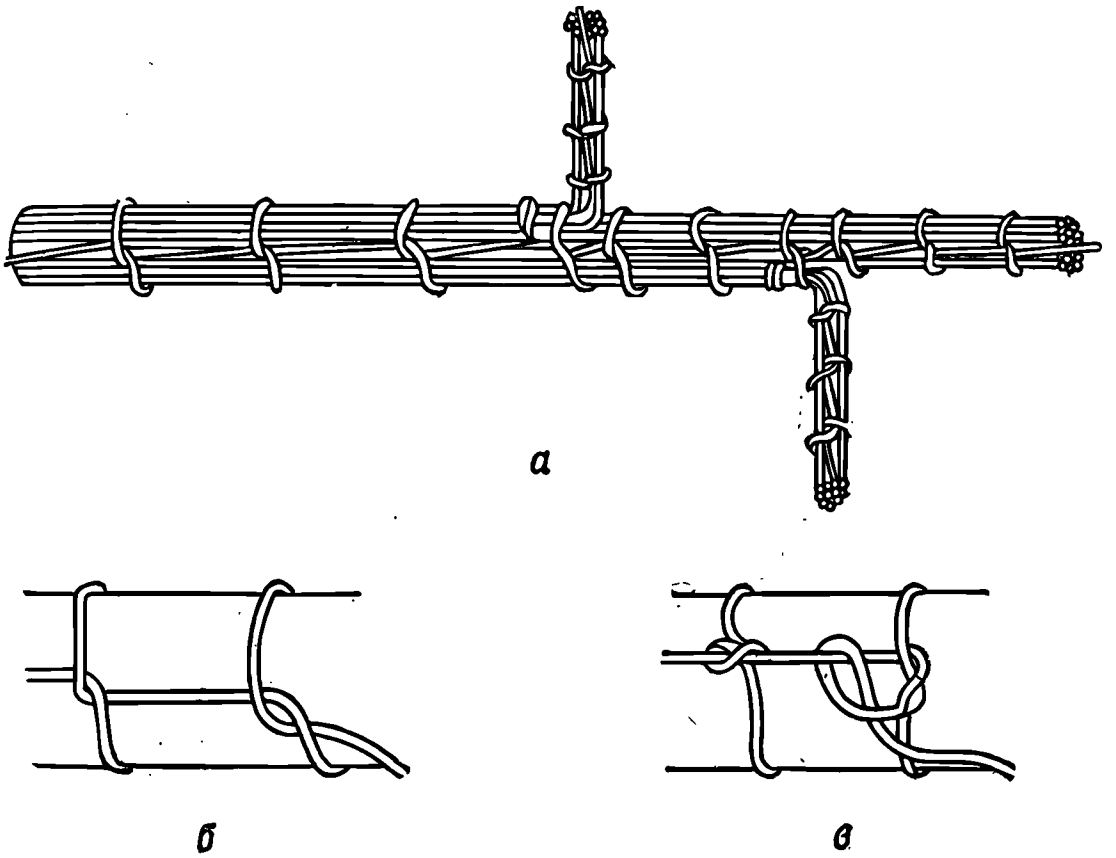


Рис. 129. Вязка жгута:
а — связанный жгут; *б* — простой узел; *в* — тяжелый узел

Бандаж из киперной ленты или лакоткани накладывать также в местах огибания жгутом острых ребер конструкции и там, где жгут проходит через металлическую стенку.

Для защиты разветвленного участка жгута бандаж выполнять по схеме, показанной на рис. 130.

У входа и выхода отверстия жгут укреплять скобами.

В местах перегиба жгуты рекомендуется обшивать кожей хромовой выделки, дерматином или плотно обматывать киперной лентой или тремя-четырьмя слоями лакоткани.

При переходе с неподвижной части блока на подвижную (с корпуса на крышку и т. п.) жгуты по возможности следует располагать так, чтобы они работали не на изгиб, а на скручивание.

В местах переходов жгут рекомендуется обшить кожей. Начало и конец обшитой части жгута укрепить скобами так,

чтобы обшивка выступала за края скоб не менее чем на 10 мм.

Радиус изгиба жгута должен быть не менее трех его диаметров.

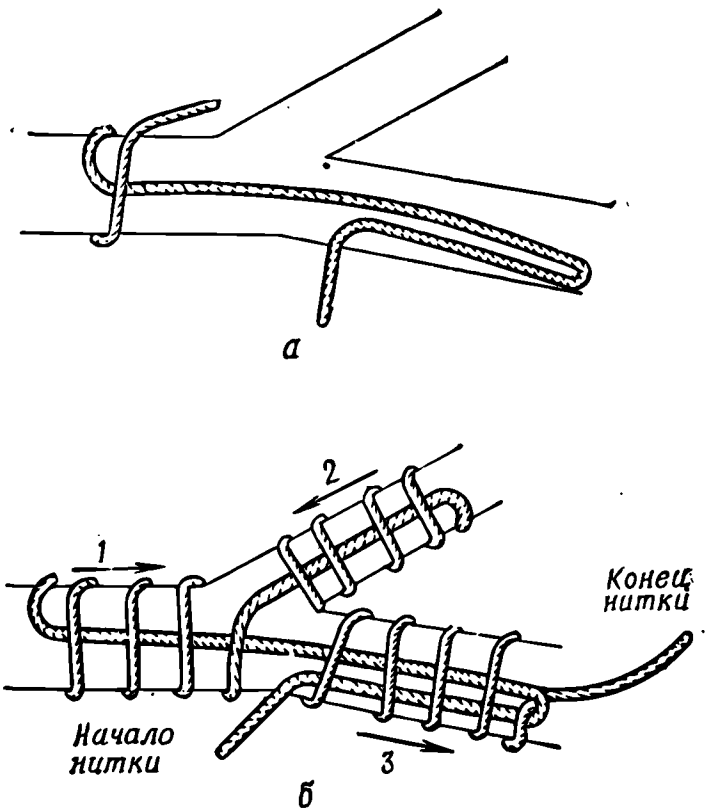


Рис. 130. Схема укладки ниточного бандажа на разветвленный участок жгута:

а — начало укладки; *б* — уложенный бандаж с не затянутым под витки концом нити (цифрами 1, 2, 3 показан порядок намотки нитки на отдельные пряди жгута, стрелками — направление намотки)

12.4.4. Печатный монтаж

Монтаж платы должен соответствовать электрической и электромонтажной схемам. Навесные детали при одностороннем монтаже должны устанавливаться только с одной стороны путем пропускания выводов через отверстия в основании. Детали и узлы с большим количеством выводов (трансформаторы, переменные резисторы, ламповые панели, разъемы и т. п.), а также детали, масса которых больше 10 г, должны быть закреплены на основании.

Расстояния между навесными деталями должны быть не менее 0,5 мм, а расстояние от детали до края платы должно быть не менее 2 мм. Зазор между деталями и печатными или объемными проводниками должен быть не менее 2 мм. Допускается соприкосновение деталей с основанием, не имеющим в месте соприкосновения печатных проводников. Детали должны устанавливаться на платах таким образом, чтобы была видна их мар-

кировка. Если монтаж ограничен по высоте, то допускается надевать на детали хлорвиниловые изоляционные трубки, при этом возможно касание деталей между собой, а также и с печатными проводниками. Изоляционные трубки на выводах деталей и проводниках, пропущенных в монтажные отверстия оснований, не должны доходить до основания на 1—2 мм. Пайка выводов должна быть скелетной. Припой должен заполнять металлизированные отверстия, слой припоя на печатных проводниках должен быть не более 0,1—0,2 мм. Расстояние между окрашенной частью выводов детали и местом пайки вывода должно быть не менее 1 мм.

12.4.5. Замена навесных деталей и печатных проводников

Особенности работы с печатным монтажом обусловлены высокой плотностью монтажа и опасностью перегрева токопроводящего слоя и навесных деталей.

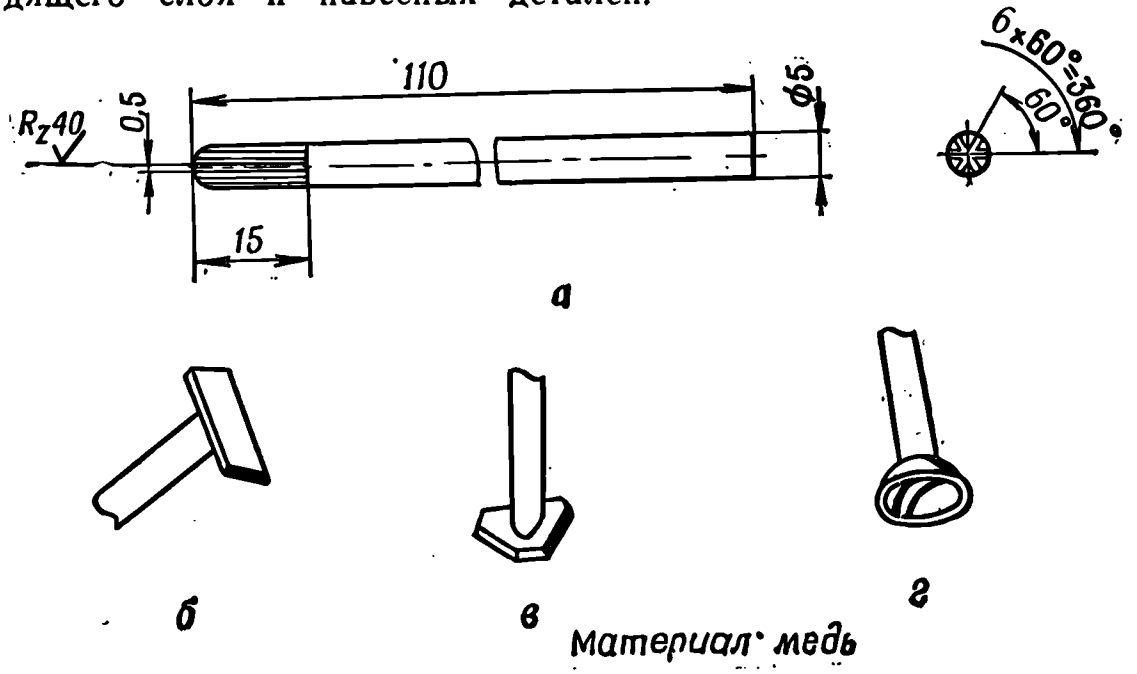


Рис. 131. Медные наконечники к паяльнику для распайки навесных деталей:
а — разрезной; *б* — прямоугольный; *в* — треугольный; *г* — круглый

Перегрев места пайки ведет к отслаиванию токопроводящего слоя. В целях предотвращения отслаивания токопроводящего слоя при удалении неисправных навесных деталей сначала необходимо осторожно перерезать выводы детали у ее основания и поочередной распайкой паяльником с разрезным наконечником для отсасывания припоя (рис. 131, *а*) удалить оставшиеся проводники и излишки припоя таким образом, чтобы монтажные отверстия в плате оставались свободными.

Многовыводные детали, если нет свободного доступа к выводам, следует удалять распайкой всех выводов паяльником с наконечником специальной формы (рис. 131, *б, в, г*), позво-

ляющим производить распайку всех выводов одновременно. Излишки припоя, заполняющие отверстия в плате, удалять паяльником с разрезным наконечником. Отслоившиеся печатные про-

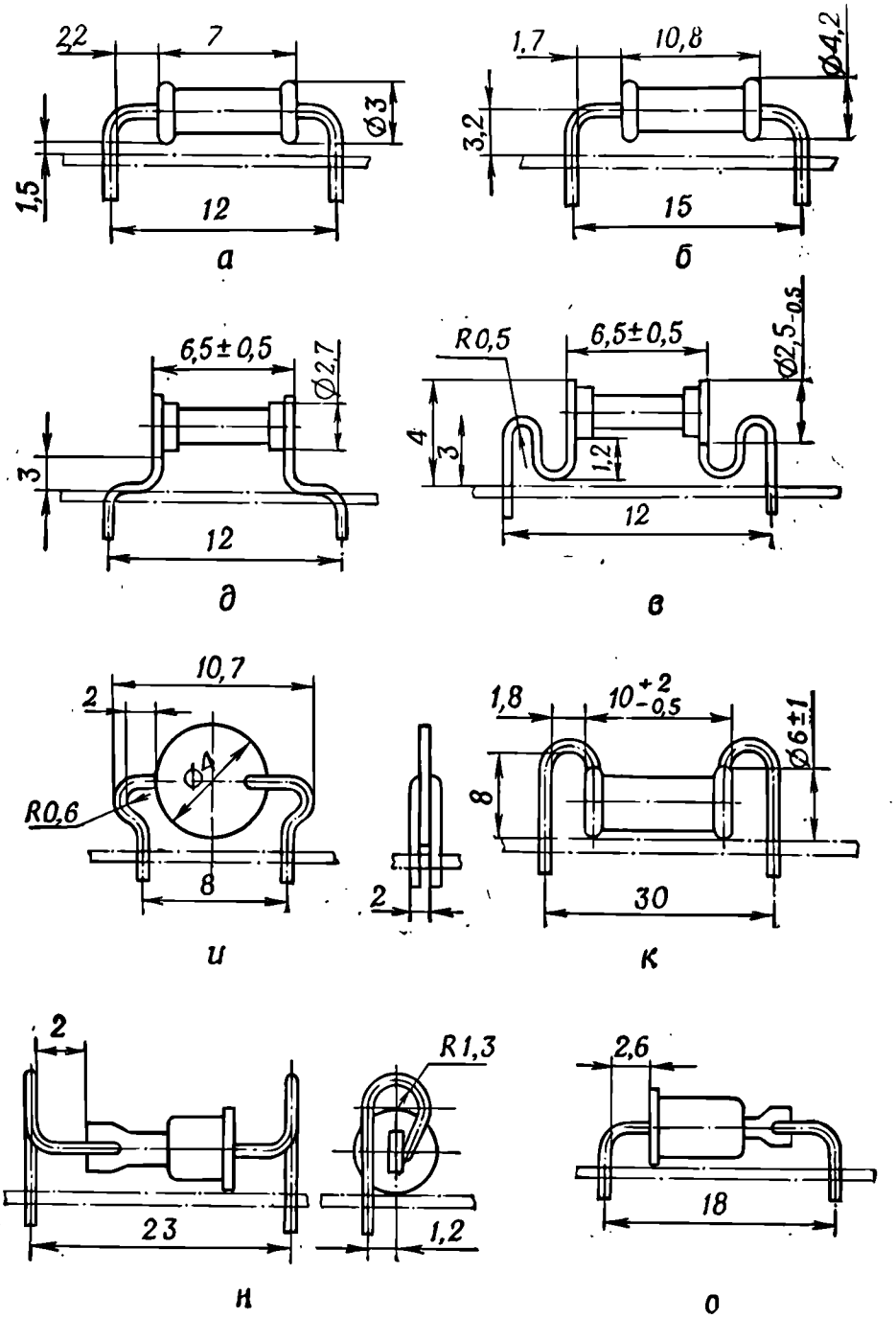


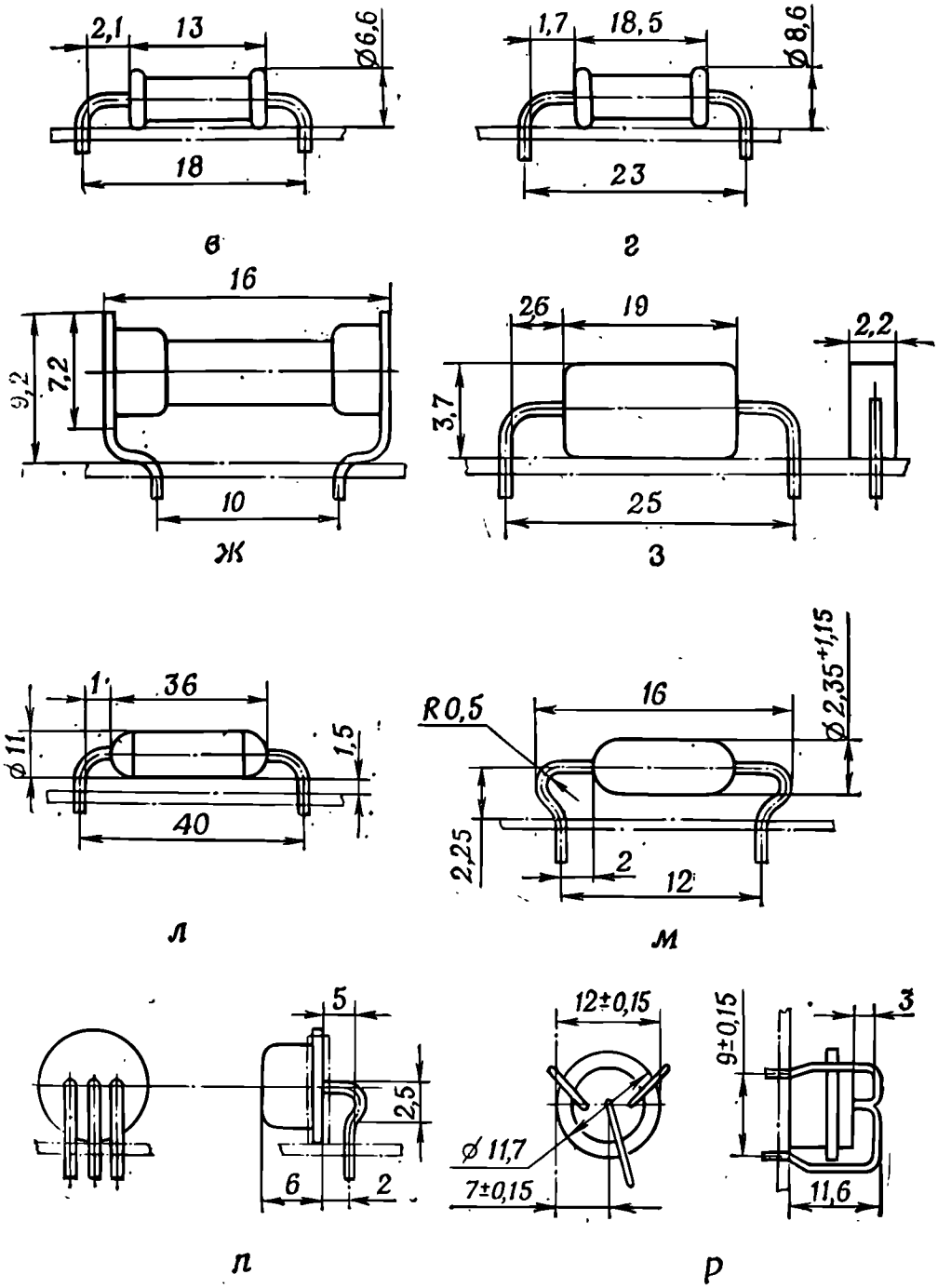
Рис. 132. Формовка

а — резисторы МЛТ-0,25, ОМЛТ-0,25; *б* — резисторы МТЕ-0,5, МТ-0,6, МЛТ-0,5, ОМЛТ УЛМ-0,12; *е* — резистор УЛМ-0,12; *ж* — резистор УЛИ-0,25; *з* — резистор ТВО-0,5; *и* — диоды Д7Ж, Д237, Д226; *о* — стабилитроны Д813, Д818, Д310; *п* — транзисторы П8,

водники, обнаруженные после удаления деталей, подклеивать клеем БФ-4.

Перед установкой навесных деталей на плату с печатным монтажом необходимо выправить выводы и облудить их при-

поем ПОС-61. При лужении и пайке полупроводниковых приборов применять теплоотводы для предохранения их от перегрева. Отформовать круглогубцами, плоскогубцами, пинцетом выводы



выводов радиодеталей:

-0,5. *в* — резисторы МЛТ-1, ОМЛТ-1; *г* — резисторы МЛТ-2, ОМЛТ-2; *д* — резистор конденсатор КД-1; *к* — конденсатор КТ-2; *л* — конденсатор МБМ; *м* — диод Д9; *н* — П13, П16, П401, П101; *р* — транзисторы П414, П415, П416

устанавливаемых деталей, как указано на рис. 132, или по образцу, удаленному с платы. Если заменяемая деталь была защищена изоляционной трубкой, то до формовки выводов необходимо надеть хлорвиниловую изоляционную трубку соответ-

ствующего диаметра. Подготовленную таким образом деталь для замены установить на плату, пропустив выводы в отверстия платы.

Выводы диаметром до 0,6 мм разгибаются со стороны токопроводящего слоя и обрезаются в пределах контактной площадки токопроводящего слоя. Выводы многопроводных деталей, а также выводы диаметром более 0,6 мм обрезаются на расстоянии 0,2—0,3 мм от платы без изгиба. Пайку выводов к токопроводящему слою производить припоем ПОС-61 при температуре паяльника 250±5° С.

Разрешается замена отслоившегося или поврежденного печатного проводника объемным проводником (не более двух объемных проводников на плате).

Объемные проводники (перемычки) могут располагаться с двух сторон печатной платы.

Поврежденный печатный проводник рекомендуется заменять объемным в следующих случаях:

при повреждении или полном отслоении печатного проводника на нескольких участках независимо от длины отслоения;

при отслоении или повреждении печатного проводника на длине более 40% его протяженности.

Разрешается не удалять с рекомендуемых печатных плат, монтаж которых покрыт защитным лаком, поврежденные печатные проводники с частичными отслоениями (без вспучивания).

Не допускается замена печатного проводника объемным в высокочастотных схемах.

После окончания ремонта и электрической проверки платы с печатным монтажом покрываются влагозащитным электроизоляционным лаком СВ-1 или УР-231.

12.4.6. Монтаж микросхем

При монтаже микросхем не допускается изгиб выводов ближе чем 1,5 мм от основания корпуса с радиусом закругления менее 0,5 мм.

Монтаж микросхем может быть произведен путем припайки выводов к печатной плате без дополнительного механического крепления. Пайку выводов следует производить припоем ПОС-61 с применением флюса ФКСп в течение не более 6 с на расстоянии не менее 2,5 мм от корпуса.

Температура жала паяльника не должна превышать 260°С. Пайку выводов следует производить с соблюдением мер, исключающих повреждение микросхем из-за перегрева и механических усилий.

Допускается производить двукратное облуживание выводов микросхем после формовки выводов методом погружения их в расплавленный припой ПОС-61, при этом температура припоя должна быть не более 260°С, а расстояние между зеркалом при-

поя и корпусом должно быть не менее 1,5 мм. Время погружения не более 3 с. (Термометр типа ТХА-1479, пределы измерения 0—400°С.)

При лужении должен быть обеспечен теплоотвод за выводы.

При выполнении монтажных операций следует пользоваться инструментом, обезжиренным спиртом.

После монтажа микросхемы должны быть защищены лакокрасочным покрытием, устойчивым к воздействию условий эксплуатации.

12.4.7. Замена микросхем со штырьковыми выводами

Замена неисправных микросхем производится в такой последовательности.

Удалить лак с паянных соединений демонтируемой микросхемы. Тампоном из хлопчатобумажной бязи, смоченной спиртобензиновой смесью 1:1, удалить отходы лакового покрытия. Флюсом ФКСп флюсовать демонтируемые выводы только со стороны установки микросхемы. Защитить печатную плату со стороны пайки бумажными масками, предварительно смочив их флюсом ФКСп. Форма маски должна в процессе демонтажа обеспечивать доступ припоя только к выводам демонтируемой микросхемы. Произвести демонтаж микросхемы припоем ПОС-61. Температура припоя 280±5°С, время демонтажа 1—2 с.

Установить насадку паяльника на отверстие печатной платы, заполненное припоем, и кратковременным нажатием паяльника удалить припой из отверстия. Температура насадки паяльника должна быть 280±5°С, время контактирования насадки с платой 3—5 с.

Проверить визуально сохранность печатной платы и качество удаления припоя.

Установить новую микросхему и припоем ПОС-61 запаять на печатной плате по методике, приведенной в п. 12.4.6.

Лаком марки УР-231 или ФЛ-582 (СБ-1С) покрыть места, подвергшиеся ремонту.

12.4.8. Замена микросхем с планарными выводами

Замена неисправных микросхем производится в такой последовательности.

Удалить лак с паянных соединений демонтируемой микросхемы. Тампоном из хлопчатобумажной бязи, смоченной спиртобензиновой смесью 1:1, удалить отходы лакового покрытия.

Флюсом ФКСп флюсовать выводы демонтируемой микросхемы. Установить насадку паяльника на вывод демонтируемой микросхемы и после расплавления припоя отогнуть вывод микросхемы вверх. Температура насадки должна быть 250—270°С, время контактирования не более 1,5 с.

Повторить операцию для остальных выводов демонтируемой микросхемы.

Снять лезвием ножа или скальпелем микросхему с платы.

В случае если микросхема не снимается, необходимо размягчить клей тонким жгутиком из ваты, проложенным под выводами по периметру корпуса микросхемы и смоченным с помощью шприца растворителем (ацетоном или дихлорэтаном в зависимости от марки клея). Через 10—20 мин снять микросхему с платы.

Тампоном, смоченным спирто-бензиновой смесью (в соотношении 1:1), удалить остатки клея.

Флюсовать контактные площадки флюсом ФКСп. Жалом паяльника, которое должно быть тщательно облужено и зачищено, удалить излишки припоя с контактных площадок. Температура жала паяльника должна быть 240±5°С, время контактирования 0,5—1 с.

Установить новую микросхему и припоем ПОС-61 припаять выводы микросхемы к печатной плате по методике, приведенной в п. 12.4.6.

Лаком марки УР-231 или ФЛ-582 (СБ-1С) покрыть места, подвергшиеся ремонту.

12.4.9. Монтаж микромодулей

Монтаж микромодулей сводится к запайке проволочных выводов в металлизированные или металлические (трубчатые) пистоны на печатных платах. Для обеспечения надежного контактного соединения выводы микромодулей должны быть обязательно облужены непосредственно перед их запайкой в металлизированные или металлические (трубчатые) пистоны печатных плат.

Желательно, чтобы у всех выводов микромодуля до повторного лужения лишняя часть была откусана бокорезами заподлицо. Лишнюю часть выводов можно откусывать и после запайки их в пистоны. Однако в этом случае выступающие после запайки заостренные части выводов трудно покрыть влагозащитным лаком.

Повторное лужение выводов микромодулей со снятием имеющейся на них окисной пленки следует производить путем погружения выводов на 1—2 с в тигель с расплавленным припоем ПОС-61 после окунания их в спирто-канифольный флюс или порошок из канифоли. Чтобы исключить возможность касания заливочного компаунда с расплавленным припоем при погружении микромодуля с откусанными выводами в тигель, микромодуль до лужения устанавливают на плату из стеклотекстолита толщиной 1—1,5 мм, имеющую отверстия, расположенные в соответствии с расположением выводов микромодуля. Это позволяет обеспечить лужение выводов, практически начиная с их основания. Пайку выводов в пистоны, облуженные перед мон-

тажом, производят паяльником мощностью 30—40 Вт (в зависимости от высоты трубчатых пистонов) припоем ПОС-61 со спирто-канифольным флюсом марки ФКСп в течение не более 3 с при температуре жала паяльника в пределах 250—280°С.

Пайку выводов производят поочередно, так чтобы не вызывать недопустимо большого общего разогрева микромодуля. Для этого пайку каждого последующего вывода, который должен быть по возможности удален от предыдущего, производят с интервалом не менее 1—2 мин. Для обеспечения одинакового зазора между платой и микромодулем применяют специальные прокладки из алюминия толщиной от 0,5 до 2 мм с прорезями для прохода выводов. После окончания пайки выводов прокладки извлекаются из-под микромодулей.

Влагозащита плат с микромодулями производится путем их покрытия 2—3 слоями лака марки УР-231 или ФЛ-582 (СБ-1С) в такой последовательности.

Обдуть плату сжатым воздухом давлением 2—3 кгс/см². Кисточкой спирто-бензиновой смесью обезжирить места пайки. В течение 30 мин просушить на воздухе при температуре 25±10°С. Кисточкой или пульверизатором покрыть плату первым слоем лака. Просушить на воздухе при температуре 25±10°С в течение 30 мин. Допускается сушка лака при температуре 18—25°С в течение 6 ч.

Охладить плату на воздухе в течение 30 мин при температуре 25±10°С. Затем покрыть вторым слоем лака, просушить и охладить при тех же условиях, что и первый слой.

12.4.10. Замена микромодулей

При замене микромодулей не допускаются отслоения печатных проводников, контактных площадок и нарушение металлизации монтажных отверстий.

Замена микромодулей производится в такой последовательности.

Паяльник с вакуумным отсосом прогревают в течение 7—10 мин. Температура жала паяльника устанавливается в пределах 280—290°С. Расплавляя припой отдельно в каждом из монтажных отверстий контактных площадок в течение 3—5 с, вакуумным насосом производят его отсос. Выпаивание каждого следующего вывода производить не ранее чем через 3—4 с после предыдущего.

Аккуратно покачивая микромодуль, не применяя больших усилий, вынимают его из монтажных отверстий печатной платы. Остатки флюса удаляют промывкой спиртом с помощью кисти.

Убедившись в отсутствии отслоений печатных проводников и нарушении металлизации отверстий, устанавливают и распаивают новый микромодуль по методике, изложенной в п. 12.4.9.

После установки и запайки нового микромодуля с помощью волосяных кисточек промывают и обезжиривают места пере-

паек, используя спирто-бензиновую смесь. Просушивают промытые места 10—15 мин на воздухе и производят подлакировку платы с двух сторон. После лакировки платы с микромодулями ставят на сушку под вытяжку.

12.4.11. Требования к защите микросхем и микромодулей от воздействия статического электричества

Для уменьшения электростатического заряда работающему с микросхемами и микромодулями рекомендуется:

применять спецодежду из малоэлектризующихся материалов (например, халаты из хлопчатобумажной ткани);

носить обувь на кожаной подошве или антистатическую резиновую обувь;

применять антистатические браслеты;

пользоваться резиновыми напальчниками;

перед выполнением работ коснуться инструментом заземленного элемента монтажного стола на 3—5 с для снятия уже имеющего заряда.

При облуживании и пайке микросхем и микромодулей наконечник паяльника должен быть заземлен.

12.5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Как правило, качество электромонтажных работ проверять после их окончания. В некоторых случаях, когда электромонтаж невозможно проверить из-за того, что он закрывается перегородками, экранами и т. п., эти участки проверять отдельно до того, как они будут закрыты.

Проверку проводить по следующим этапам:

проверить соответствие всех вновь установленных деталей спецификации принципиальной электрической схеме; при этом проверить тип детали, ее номинальные электрические параметры — сопротивление и мощность рассеивания (для резисторов), емкость и величину рабочего напряжения (для конденсаторов) и допуски;

проверить соответствие проводов данным таблицы проводов электромонтажной схемы;

проверить крепление проводников, установленных в платы с печатным монтажом взамен печатных;

проверить, правильно ли закреплены детали и узлы на установочных платах, на шасси блоков и на основаниях с печатным монтажом;

проверить, не повреждены ли от неосторожного касания паяльником или другим инструментом изоляция проводников и детали, которые не заменялись;

проверить правильность монтажа по таблице сопротивлений.

Контроль микросхем и микромодулей проводить по следующим этапам:

внешним осмотром с помощью лупы с увеличением 2—8^{x} проверить отсутствие сколов, трещин, перекосов;

проверить отсутствие непропаянных выводов элементов в пистонах объединительных плат;

проверить, нет ли замыкания между печатными проводниками, расположенными под микроэлементом, из-за протекания припоя из пистона на внутреннюю поверхность платы;

проверить правильность стыковки микросхем и микромодулей между собой.

13. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В КАБЕЛЯХ

13.1. РЕМОНТ РАДИОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ

13.1.1. Общие указания

В настоящем разделе рассматриваются отыскание неисправностей и ремонт радиочастотных кабелей, используемых в фидерных системах, в высокочастотных и импульсных цепях. В связи с тем что в войсковых ремонтных органах отсутствуют измерительные линии, изготовлению подлежат только те кабели, которые не требуют подгонки электрической длины. Неисправные кабели, требующие подгонки электрической длины, заменять новыми из ЗИП.

Радиочастотные кабели разделяются на 3 вида:

коаксиальные, обозначаемые индексами РК (радиочастотный, коаксиальный), РКВ, РКК, РККВ и т. д.;

симметричные, обозначаемые индексом РД (радиочастотный, двухжильный);

спиральные (в том числе кабели линий задержки), обозначаемые индексами РС (радиочастотный, спиральный), РКЗ (радиочастотный кабель задержки).

Радиочастотные кабели классифицируются:

а) по конструктивному выполнению изоляции на кабели:

со сплошной изоляцией;

с воздушной (комбинированной) изоляцией;

с полувоздушной изоляцией;

б) по волновым сопротивлениям (в радиотехнических изделиях наиболее широкое применение находят кабели с волновым сопротивлением 50 и 75 Ом);

в) по диаметрам изоляции;

г) по типу изоляции. Отдельным типам изоляции присваиваются следующие цифровые обозначения:

1 — полиэтилен различных модификаций и его смеси;

2 — фторопласт;
3 — полистирол (стирофлекс);
4 — полипропилен и его смеси;
5 — резина;
6 — неорганическая изоляция.

Каждой конструкции и марке кабеля присваивается условное обозначение, состоящее из двух — четырех букв, указывающих вид кабеля данной марки, и трех чисел, разделенных дефисом. Первое число указывает величину номинального волнового сопротивления (Ом), второе — номинальный диаметр по изоляции (мм), третье своей первой цифрой указывает тип изоляции, а последующей — порядковый номер конструкции. В случае дробного обозначения второго числа числитель указывает на диаметр внутреннего провода, а знаменатель — диаметр по изоляции.

Например: РК-75-4-23, где РК — радиочастотный, коаксиальный; 75— волновое сопротивление, Ом; 4— диаметр изоляции, мм; 23— первая цифра указывает, что изоляция выполнена из фторопласта, а вторая — конструкцию кабеля.

В связи с тем что в настоящее время принято новое обозначение кабелей, в табл. 30 и 31 приведено как новое, так и старое обозначение кабелей и соединителей. Старое обозначение кабелей приведено в скобках.

13.1.2. Указания по проверке кабелей

Радиочастотные кабели проверять внешним осмотром и электрической проверкой. Кабели межблочных соединений проверять непосредственно в изделии и только в случае необходимости. При подозрении в неисправности их проверять отдельно.

При внешнем осмотре проверить:

отсутствие механических повреждений внешней изоляции кабеля (порезы, трещины, изломы, разрывы, вмятины, вздутия, осыпания и т. п.);

плотность соединений разъемов (соединителей) кабеля с внешней (полихлорвиниловой) изоляцией кабеля;

правильность сборки разъемов (проверять, если кабель подвергался ремонту);

исправность штырьков или гнезд разъемов (соединителей);

нет ли нарушения гальванических покрытий на контактных сочленениях.

При электрической проверке измерить сопротивление изоляции и проверить, нет ли обрывов жил кабеля. Во время проверки обрыва жил кабеля рекомендуется слегка изгибать кабель, особенно возле разъемов.

13.1.3. Устранение неисправностей

Единичные обрывы проволок оплетки устраняются бандажированием луженым проводом (обмоткой токоведущих проводов, имеющих обрывы жил). Наложенный бандаж пропаять. Не рекомендуется делать бандажи чаще чем через 20 м кабеля.

Коррозия без разрушения проволок устраняется механической чисткой с обезжириванием уайт-спиритом и последующим покрытием экранирующей оплетки алюминиевой эмалью ПФ-137 ТУ 610-1309-72.

Поврежденную полихлорвиниловую внешнюю изоляцию (покрытие) заплавить полихлорвинилом с помощью электрического паяльника мощностью 90—200 Вт. Перед заплавкой рабочую поверхность паяльника зачистить напильником до полного удаления припоя. Заплавку внешних оболочек рекомендуется делать не более одной на каждый метр длины кабеля. При большом количестве заплавок (более 10) кабель рекомендуется заменить.

При заплавке края оболочки совместить с некоторым перекрытием и, надавливая паяльником на шов, заплавить его. Давление не должно быть чрезмерным, чтобы не нарушить форму сечения кабеля. Для перекрытия разрывов допускается использовать отрезки оболочки такого же кабеля. После заплавки поврежденное место туго обвернуть киперной лентой, наложить бандаж из ниток № 00, покрыть его бакелитовым лаком и просушить.

Кабели, имеющие внутри обрывы жил, заменить новыми, если не представляется возможным найти место обрыва. Если имеется обрыв жилы или экрана возле разъема, то укоротить кабель и заново заделать разъем.

Примечание. Кабели, размеры которых подобраны по электрической длине, можно укорачивать только в кратном отношении к длине волны проходящих электромагнитных колебаний.

Радиочастотные кабели имеют радиочастотные соединители (разъемы) различной конструкции. Наиболее распространенные из них приведены в табл. 31 (рис. 135—141). В табл. 30 (рис. 133 и 134) приведены примеры разделок концов различных марок радиочастотных кабелей. Последовательность операций сборки соединителей приведена в табл. 31.

Неисправный разборный соединитель (разъем) размонтировать, отпаять жилы кабеля и внешний проводник (экран) с целью выявления погнутых штырей, гнезд, деталей с нарушенным покрытием и т. д. Если возможен ремонт, то неисправные детали отремонтировать, контактирующие детали (штырь, гне-

здо), корпус и изолятор соединителя очистить от окислов и грязи. При невозможности ремонта соединитель заменить.

При сборке разъема обратить внимание на обязательную установку уплотнительных прокладок (колец).

13.1.4. Заделка концов кабеля в соединители (разъемы)

Заделка концов кабеля в соединители включает в себя разделку концов кабеля, припайку арматуры и сборку соединителей (разъемов).

Концы кабеля разделывать в соответствии с рис. 133 и 134 и табл. 30 или по образцу старого кабеля. При разделке концов кабеля жилы тщательно зачистить, скрутить, если они состоят из нескольких проволок, облудить припоем ПОС-61.

Перед сборкой соединителей необходимо убедиться, что все детали исправны и не загрязнены, внутренний проводник заделываемого кабеля не имеет обрывов, нет погнутых контактов в соединителе, изоляционные детали не имеют забоин и сколов, нет повреждения гальванических покрытий на контактирующихся поверхностях, изоляция заделываемого кабеля срезана ровно и перпендикулярно к оси внутреннего проводника, нет зазора между торцом штыря (гнезда) и плоскостью среза изоляции кабеля.

Штырьки, гнезда и другую арматуру припаять так, чтобы был обеспечен надежный электрический контакт и механическая прочность, а также исключена возможность короткого замыкания концов жил между собой или на экранирующую оплетку. Обратить особое внимание на чистоту изоляции. Не допускается попадание на изоляцию отрезанных проволочек или брызг припоя. Края экрана обрезать ровно, чтобы не было торчащих концов проволок, и припаять. После припайки арматуры соединитель смонтировать.

В радиотехнических изделиях применяется большое количество разнообразных соединителей, и для каждого из них требуется определенная разделка концов кабеля.

Порядок заделки кабеля в наиболее распространенные соединители при ремонте приведен в табл. 31 настоящего Общего руководства.

После изготовления или ремонта кабеля осмотреть и проверить его.

Таблица 30

Основные данные радиочастотных кабелей

Марка кабеля	Электрическая емкость кабеля, пФ/м, не более	Коэффициент укорочения длины волны	Разделка концов кабеля, мм				Номер рисунка разделки концов кабеля	Порядковый номер соединителя в табл. 31
			а	*б*	*в*	*г*		
Кабели коаксиальные со сплошной изоляцией из стабилизированного полиэтилена и оболочкой из пигментированного полиэтилена								
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	30	9	—	—	133	73
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	30	20	—	—	133	75
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	7	2,5	3	4,8	134	4
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	7	2,5	3	4,8	134	6
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	12	4	2	—	133	51
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	12	4	2	—	133	50
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	12	5	2	—	133	45
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	7	2,5	3	4,8	134	7
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	7	2,3	1,5	—	133	61
РК-50-2-11 (РК-119)	100	1,52	20	4,7	1,5	—	133	64
РК-50-2-12	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	1
РК-50-2-12	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	3
РК-50-2-12	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	12
РК-50-2-12	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	11
РК-50-3-11 (РК-159)	100	1,52	12	5	2	—	133	53
РК-50-3-11 (РК-159)	100	1,52	12	4	2	—	133	48
РК-50-4-11	100	1,52	30	19	—	—	133	76
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	12	6	2	—	133	17
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	12	4	2	—	133	15
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	12	4,5	2	—	133	42
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	12	4	2	—	133	40
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	12	6	2	—	133	44
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	30	19	—	—	133	77
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	30	8	—	—	133	60

РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	10
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	14
РК-50-7-11 (РК-147)	100	1,52	7	2,5	3	3,9	134	13
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	12	5	2	—	134	29
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	20	4,7	1,5	—	134	72
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	12	6	2	—	134	28

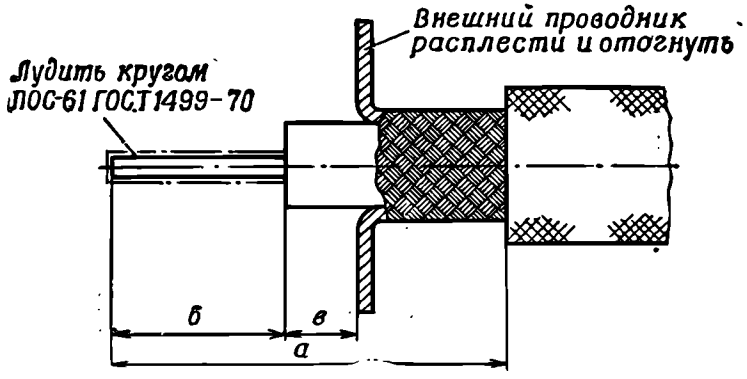


Рис. 133. Разделка концов кабеля при ремонте:
а, б, в — размеры разделки в соответствии с табл. 30

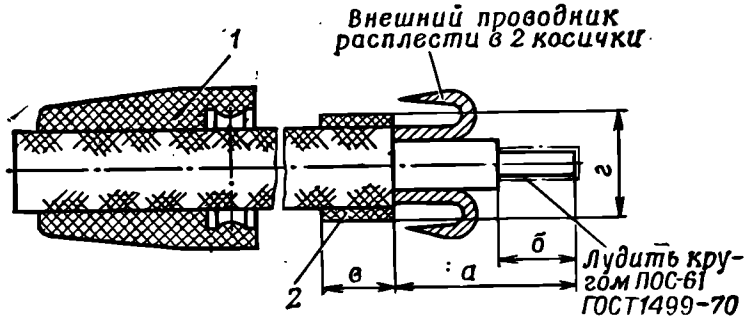


Рис. 134. Разделка концов кабеля при ремонте:
1 — колпачок; *2* — бандаж из хлопчатобумажных нитей № 00

РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	12	4	1,5	—	133	32
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	7	2,5	1,5	—	133	69
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	12	5	2	—	133	56
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	12	4	2	—	133	59
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	12	6	2	—	133	55
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	30	11	—	—	133	78
РК-75-4-11 (РК-101)	67	1,52	30	22	—	—	133	80
РК 75-4-11 (РК-101)	67	1,52	7	2,3	1,5	—	133	66
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	12	5	2	—	133	29
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	12	6	2	—	133	28
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	12	4	2	—	133	31

Продолжение табл. 30

Марка кабеля	Электрическая емкость кабеля, пФ/м, не более	Коэффициент укорочения длины волны	Разделка концов кабеля, мм				Номер рисунка разделки концов кабеля	Порядковый номер соединителя в табл. 31
			а	*б*	*в*	*г*		
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	12	5	2	—	133	56
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	12	4	2	—	133	59
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	12	6	2	—	133	55
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	30	11	—	—	133	78
РК-75-4-12 (РК-149)	67	1,52	30	22	—	—	133	80
РК-75-9-13	67	1,52	12	5	2	—	133	35
РК-75-9-13	67	1,52	12	6	2	—	133	34
РК-75-9-13	67	1,52	12	4	2	—	133	33
РК-100-7-11 (РК-102)	51	1,52	30	19	—	—	133	83
РК-100-7-11 (РК-102)	51	1,52	30	7	—	—	133	84
Кабели коаксиальные со сплошной изоляцией из кабельного или стабилизированного полиэтилена и оболочкой из полихлорвинилового пластика								
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	7	2,5	3	4,8	134	7
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	7	2,5	3	4,8	134	4
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	7	2,5	3	4,8	134	6
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	12	4	2	—	134	51
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	12	4	2	—	134	50
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	12	5	2	—	134	45
РК-50-2-13 (РК-19)	100	1,52	30	20	—	—	133	75
РК-50-3-13 (РК-55)	100	1,52	12	4	2	—	133	48
РК-50-3-13 (РК-55)	100	1,52	12	6	2	—	133	47
РК-50-3-13 (РК-55)	100	1,52	12	5	2	—	133	53
РК-50-7-15 (РК-47)	100	1,52	12	4,5	—	—	133	16
РК-50-7-15 (РК-47)	100	1,52	12	6	—	—	133	17
РК-50-7-15 (РК-47)	100	1,52	12	4	—	—	133	15
РК-50-7-15 (РК-47)	100	1,52	12	12	4,5	—	133	42
РК-50-7-15 (РК-147)	100	1,52	12	4	—	—	133	40

PK-50-7-15 (PK-147)	100	1,52	12	6	—	—	133	44
PK-50-7-15 (PK-47)	100	1,52	30	19	—	—	133	77
PK-50-7-15 (PK-47)	100	1,52	30	8	—	—	133	60
PK-50-7-15 (PK-47)	100	1,52	30	17,5	—	—	133	89
PK-50-7-15 (PK-47)	100	1,52	30	17,5	—	—	133	97
PK-50-7-15 (PK-47)	100	1,52	30	17,5	—	—	133	92
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	12	5	—	—	133	29
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	12	6	—	—	133	27
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	12	4	—	—	133	31
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	12	5	—	—	133	56
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	12	6	—	—	133	58
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	12	6	—	—	133	54
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	30	19	—	—	133	78
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	30	8	—	—	133	80
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	30	17,5	—	—	133	90
PK-75-4-15 (PK-1)	67	1,52	30	17,5	—	—	133	93
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	12	5	2	—	133	30
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	12	6	2	—	133	29
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	12	4	2	—	133	32
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	12	5	2	—	133	56
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	12	4	2	—	133	58
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	12	6	2	—	133	55
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	30	9	—	—	133	78
PK-75-4-16 (PK-49)	67	1,52	30	8	—	—	133	80
PK-100-7-13 (PK-2)	51	1,52	30	19	—	—	133	83
PK-100-7-13 (PK-2)	51	1,52	30	7	—	—	133	84
PK-100-7-13 (PK-2)	51	1,52	30	17,5	—	—	133	91
PK-100-7-13	51	1,52	30	17,5	—	—	133	94
PK-75-3-11 (PK-67)	55	1,24	7	2,3	1,5	—	133	68
PK-75-3-11 (PK-67)	55	1,24	7	2,5	1,5	—	133	71
PK-75-4-17 (PK-66)	55	1,52	30	19	—	—	133	79
PK-75-4-17 (PK-66)	55	1,52	30	7	—	—	133	82
PK-100-4-11	40	1,2	12	5	—	—	133	36
PK-100-4-11	40	1,2	12	4	—	—	133	39
PK-100-4-11	40	1,2	12	4	—	—	133	38

Продолжение табл. 30

Марка кабеля	Электрическая емкость кабеля, пФ/м, не более	Коэффициент укорочения длины волны	Разделка концов кабеля, мм				Номер рисунка разделки концов кабеля	Порядковый номер соединителя в табл. 31
			а	*б*	*в*	*г*		
РК-50-7-12	100	1,52	26,5	7	—	3,5	—	—
РК-50-9-11	100	1,52	26,5	7	—	4	—	—
РК-50-11-11	100	1,52	27,8	7	—	2—4	—	—
РК-75-13-11	67	1,52	26	8	—	2—9	—	—
РК-50-4-13	100	1,52	26	7	—	2—4	—	—
РК-50-7-16	100	1,52	26	7	—	2—4	—	—
РК-50-9-12	100	1,52	27,8	7	—	2—4	—	—
РК-50-11-13	100	1,52	27,8	7	—	2—4	—	—
РК-75-7-16	67	1,52	26,5	7	—	2—9	—	—
РК-75-9-12	67	1,52	26,5	8	—	2—9	—	—
РК-50-13-15	100	1,52	26	7	—	3,5	—	—
РК-50-13-17	100	1,52	26	7	—	2—4	—	—
РК-50-24-15	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-24-16	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-24-17	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-33-15	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-44-15	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-44-17	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-13-15	67	1,52	26	8	—	—	—	—
РК-75-24-15	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-33-15	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-44-15	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-1-11	100	1,52	7	3	3	2,5	134	—
РК-50-1-12	100	1,52	7	3	3	2,5	134	—
РК-50-1,5-11	67	1,52	7	3	3	3,1	134	—
РК-50-1,5-12	100	1,52	9	3	3	3,5	134	—
РК-50-2-12	67	1,52	7	3	3	3,5	134	—
РК-50-2-16	100	1,52	26	8	4	4,8	134	—

РК-75-1-11	67	1,52	26	8	—	2,5	—	—
РК-75-1-12	67	1,52	26	8	—	2,5	—	—
РК-75-1,5-11	67	1,52	7	3	3	3,2	134	—
РК-75-1,5-12	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-2-12	67	1,52	7	3	3	3,9	134	—
РК-75-2-13	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-13-17	67	1,52	26	8	—	—	—	—
РК-75-17-17	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-24-17	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-33-17	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-44-17	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-50-33-17	100	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-24-18	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РК-75-13-18	67	1,52	—	—	—	—	—	—
РД-75-3-11	70	1,52	—	—	—	—	—	—
РД-75-3-12	70	1,52	—	—	—	—	—	—

Кабели коаксиальные со сплошной изоляцией из фторопласта и оболочкой из стеклонити теплостойкие

РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	7	2,3	1,5	—	133	62
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	20	2,3	4,7	—	133	65
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	7	2,5	3	4,8	133	4
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	7	2,5	1,5	—	133	63
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	7	2,5	3	4,8	133	6
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	12	4	—	—	133	52
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	12	4	—	—	133	50
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	12	5	—	—	133	46
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	30	8	—	—	133	75
РК-50-2-21 (РКТФ-19)	96	1,42	30	9	—	—	133	73
РК-50-4-21 (РКТФ-29)	96	1,44	30	8	—	—	133	74
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	12	4,5	2	—	133	15
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	12	4	2	—	133	16
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	12	6	2	—	133	17
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	12	4,5	2	—	133	43
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	12	4	2	—	133	41
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	12	6	2	—	133	44

Продолжение табл. 30

Марка кабеля	Электрическая емкость кабеля, пф/м, не более	Коэффициент укорочения длины волны	Разделка концов кабеля, мм				Номер рисунка разделки концов кабеля	Порядковый номер соединителя в табл. 31
			а	*б*	*в*	*г*		
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	30	19	—	—	133	77
РК-50-7-21 (РКТФ-47)	96	1,44	30	19	—	—	133	60
РК-50-2-22	96	1,44	7	2,5	3	3,9	133	2
РК-50-2-22	96	1,44	7	2,5	3	3,9	133	3
РК-50-2-22	96	1,44	7	2,5	3	3,9	134	5
РК-50-2-22	96	1,44	7	2,5	3	3,9	134	12
РК-50-2-22	96	1,44	7	2,5	3	3,9	134	11
РК-50-1-21	95	1,44	—	—	—	—	—	—
РК-50-1,5-21	96	1,44	—	—	—	—	—	—
РК-50-2-22	96	1,44	—	—	—	—	—	—
РК-75-1,5-21	64	1,44	—	—	—	—	—	—
РК-75-1-21	63	1,44	—	—	—	—	—	—
РК-75-2-22	64	1,44	—	—	—	—	—	—
РК-50-3-21	95	1,42	—	—	—	—	—	—
РК-50-11-21	94	1,41	—	—	—	—	—	—
РК-75-2-21	63	1,42	—	—	—	—	—	—
РК-75-7-22	63	1,41	—	—	—	—	—	—
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	12	5	2	—	133	30
РК-50-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	7	Гнездо 2,3; штырь 2,5	1,5	—	133	67
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	12	4	1,5	—	133	31
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	12	5	1,5	—	133	28
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	7	Гнездо 2,3; штырь 2,5	1,5	—	133	70

РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	12	5	2	—	133	57
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	12	4	2	—	133	59
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	12	6	2	—	133	55
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	30	19	—	—	133	78
РК-75-4-21 (РКТФ-1)	63	1,41	30	8	—	—	133	80
РК-75-4-22	63	1,41	12	5	—	—	133	30
РК-75-4-22	63	1,41	12	4	2	—	133	32
РК-75-4-22	63	1,41	12	5	2	—	133	28
РК-75-4-22	63	1,41	12	5	2	—	133	57
РК-75-4-22	63	1,41	12	4	2	—	133	59
РК-75-4-22	63	1,41	12	6	2	—	133	55
РК-75-4-22	63	1,41	30	19	—	—	133	82
РК-75-4-22	63	1,41	30	8	—	—	133	80
РК-75-4-22	64	1,44	7	2,5	3	3,9	134	8
РК-75-4-22	64	1,44	7	2,5	3	3,9	134	3
РК-75-4-22	64	1,44	7	2,5	3	3,9	134	10
РК-75-4-22	64	1,44	7	2,5	3	3,9	134	14
РК-75-7-21	63	1,41	30	7	—	—	133	81
РК-75-7-21	63	1,41	7	2,5	3	3,9	134	13
РК-100-7-21 (РКТФ-2)	47	1,41	30	19	—	—	133	83
РК-100-7-21 (РКТФ-2)	47	1,41	30	7	—	—	133	84
Кабели коаксиальные со сплошной изоляцией из кабельного полиэтилена и защитной оболочкой из полихлорвинила								
РК-3	—	1,53	30	17,5	2	—	133	87
РК-3	—	1,53	30	17,5	2	—	133	88
РК-3	—	1,53	30	17,5	2	—	133	95
РК-6	—	—	30	17,5	2	—	133	86
РК-6	—	—	30	17,5	2	—	133	85
РК-6	—	—	30	17,5	2	—	133	96
РК-6	—	—	12	5	2	—	133	35
РК-6	—	—	12	6	2	—	133	34
РК-6	—	—	12	4	2	—	133	33
РК-6	—	—	12	4,5	2	—	133	18
РК-6	—	—	12	6	2	—	133	20
РК-6	—	—	12	4	2	—	133	22

Продолжение табл. 30

Марка кабеля	Электрическая емкость кабеля, пФ/м, не более	Коэффициент укорочения длины волны	Разделка концов кабеля, мм				Номер рисунка разделки концов кабеля	Порядковый номер соединителя в табл. 31
			а	*б*	*в*	*г*		
Кабель коаксиальный с полувоздушной изоляцией на основе стабилизированного полиэтилена и оболочкой из пигментированного полиэтилена								
РК-75-3-31	55	1,24	—	—	—	—	—	—
РК-75-4-37	53	1,12	—	—	—	—	—	—
РК-75-7-310	52	1,18	—	—	—	—	—	—
РК-75-13-32	53	1,2	—	—	—	—	—	—
РК-75-17-31	54	1,21	—	—	—	—	—	—
РК-100-4-31	40	1,2	—	—	—	—	—	—
РК-100-7-34	41	1,23	—	—	—	—	—	—
РК-150	27	1,2	12	4,5	2	—	133	24
РК-150	27	1,2	12	6	2	—	133	25
РК-150	27	1,2	12	4	2	—	133	26
Кабель коаксиальный со сплошной оболочкой из фторопласта-4 и оболочкой из стеклонити теплостойкий								
РКТФ-6	101	1,41	12	4,5	2	—	133	19
РКТФ-6	101	1,41	12	4	2	—	133	23
РКТФ-6	101	1,41	12	6	2	—	133	21
Кабель коаксиальный с полувоздушной изоляцией на основе фторопласта-4 и оболочкой из стеклонити теплостойкий								
РКТФ-56	50	1,15	12	5	2	—	133	37
РКТФ-56	50	1,15	12	4	2	—	133	39
РКТФ-56	50	1,15	12	6	2	—	133	38
Кабель коаксиальный с воздушной изоляцией на основе стабилизированного полиэтилена гибкий								
РК-ОГ-1	—	—	7	2,5	3	3,9	134	2
РК-ОГ-Т	—	—	7	2,5	3	3,9	134	3
РК-ОГ-Т	—	—	7	2,5	3	3,9	134	5

Таблица 31

Данные радиочастотных соединений

Порядковый номер соединителя	Вид соединителя	Типовое обозначение соединителя	Номер рисунка заделки кабеля	Последовательность операций сборки соединителей
1	Розетка приборно-кабельная	СР-50-102Ф (РГ3Р-2-4)	135	Разделку концов кабеля произвести согласно рис. 134. Надеть колпачок *1* (рис. 135), на внешний проводник кабеля надеть втулку *2* до упора в торец наружной оболочки кабеля, расплести экран в две косички, уложить их в пазы втулки *2*, слегка натянув, припаять его ко втулке. Обкатать хвостовую часть втулки до диаметра *г*. На изоляцию кабеля надеть изолятор *3*, предварительно надев шайбу. На внутренний проводник кабеля надеть штырь (гнездо) *5* до упора в торец изолятора *3* и в уплотненном состоянии припаять так, чтобы не возникло зазора между изолятором и штырем (гнездом) *5*. Вставить кабель в корпус *6* соединителя до упора так, чтобы уступ штыря или торец гнезда был вровень с соответствующим торцом изолятора. Вставить кабель в прорезь развальцовки, затем продвинуть ее до упора в корпус *6*. Завальцевать корпус *6* на втулке *2* так, чтобы не было прокручивания корпуса относительно втулки от руки. Осуществить пайку корпуса *6* со втулкой *2*, надеть колпачок *1* на хвостовую часть втулки *2* до упора
2	То же	СР-50-103Ф (РГ3Р-2-5)	135	
3	Розетка кабельная	СР-75-106Ф (РГ2Р-2-11)	135	
4	То же	СР-50-107Ф (РГ2Р-2-24)	135	
5	Вилка кабельная	СР-50-110Ф (РШ2Р-2-3)	135	
6	То же	СР-50-111Ф (РШ2Р-2-13)	135	
7	Розетка приборно-кабельная	СР-50-113Ф (РГ3Р-2-23)	135	
8	То же	СР-75-103Ф (РГ3Р-2-8)	135	
9	Розетка кабельная	СР-50-106Ф (РГ2Р-2-14)	135	
10	Вилка кабельная прямая	СР-50-109Ф (РШ2Р-2-6)	135	
11	Вилка приборно-кабельная прямая врубного соединения	СР-50-509Ф (РШ3Р-2-9)	135	
12	Розетка приборно-кабельная врубного соединения	СР-50-519Ф (РГ3Р-2-19)	135	
13	Вилка приборно-кабельная врубного соединения	СР-50-504Ф	135	
14	Розетка приборно-кабельная	СР-50-163П	135	

Продолжение табл. 31

Порядковый номер соединителя	Вид соединителя	Типовое обозначение соединителя	Номер рисунка заделки кабеля	Последовательность операций сборки соединителей
15	Вилка кабельная угловая	СР-50-161П (ВР-161П)	137	Надрезать и снять наружную изоляцию кабеля на длине 12 мм (рис. 133). Расчесать и выпрямить внешний проводник кабеля (оплетку). Надеть на кабель втулку *8* (рис. 136), шайбы *6* и *3*, кольцо *5*. Шайбу *3* предварительно облудить, не допуская попадания припоя на контактирующую поверхность. Равномерно распределить внешний проводник по пазам шайбы *3*, обмотать луженой проволокой диаметром 0,3 мм по наружной окружности шайбы (2—3 витка), выступающие концы обрезать. Припаять внешний проводник к шайбе *3*. Отступить на 2 мм от торца шайбы *3*, надрезать и снять внутреннюю изоляцию кабеля на расстоянии *6* мм (рис. 133). Надеть изолирующую шайбу *2* (рис. 136). Припаять штырь (гнездо) к облуженному проводнику кабеля. Надеть изолятор *1*. При пайке не допускается оплавление изолирующей шайбы *2*. Уплотнительное кольцо *5*, шайбу *6* поджать к конусной шайбе *3* и вставить в корпус соединителя *4*. Вложить в корпус соединителя *4* сухари *7*, затянуть зажимную втулку *8* с усилием, исключающим продольный люфт кабеля относительно корпуса и обеспечивающим надежность контакта конусной шайбы *3* с корпусом соединителя. Втулку контрить в резьбу краской, соответствующей теплостойкости кабеля.
16	Розетка приборно-кабельная	СР-50-163П (ВР-163П)	137	
17	Вилка кабельная прямая	СР-50-164П (ВР-164П)	136	
18	Розетка приборно-кабельная	СР-50-170П (ВР-170П)	136	
19	То же	СР-50-170Ф (ВР-170Ф)	136	
20	Вилка кабельная прямая	СР-50-171П (ВР-171П)	136	
21	То же	СР-50-171Ф (ВР-171Ф)	136	
22	Вилка кабельная угловая	СР-50-186П (ВР-186П)	137	
23	То же	СР-50-186Ф (ВР-186Ф)	137	
24	Розетка приборно-кабельная	СР-50-300П (ВР-300П)	136	
25	Вилка кабельная прямая	СР-50-301П (ВР-301П)	136	
26	То же	СР-50-308П (ВР-308П)	136	
27	»	СР-75-154П (ВР-154П)	136	

28	»	СР-75-154Ф (ВР-154Ф)	136	Заделку кабеля в угловой соединитель (рис. 137) производить аналогично заделке в прямой соединитель с соблюдением тех же условий и требований. Обратить особое внимание на качественное сочленение штырь — гнездо *5* внутри корпуса *1* соединителя.
29	Розетка приборио-кабельная	СР-75-155П (ВР-155П)	136	
30	То же	СР-75-155Ф (ВР-155Ф)	136	

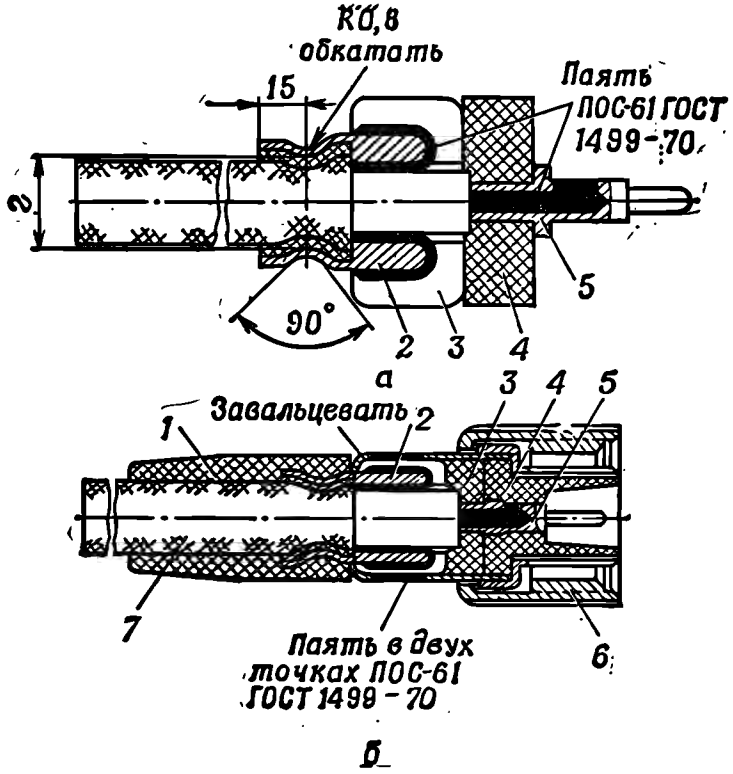


Рис. 135. Заделка кабеля в радиочастотный соединитель:

а — подготовка кабеля для заделки в соединитель; *б* — заделка кабеля в соединитель; *1* — колпачок; *2* — втулка; *3, 4* — изоляторы; *5* — штырь (гнездо); *6* — корпус; *7* — кабель

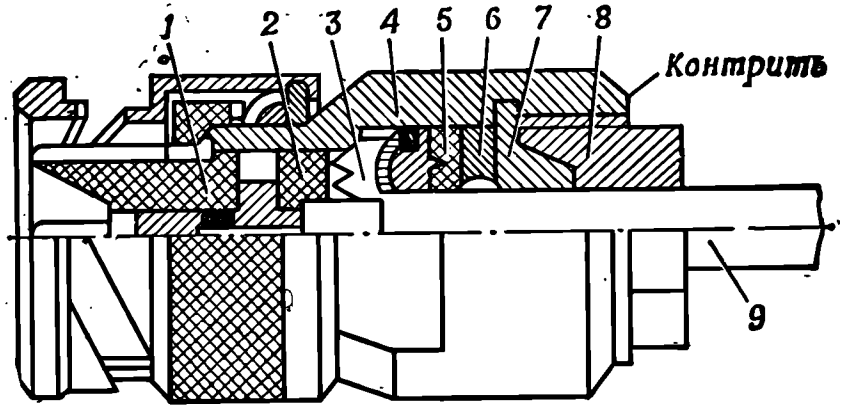


Рис. 136. Заделка кабеля в соединитель:

1 — изолятор; *2* — изолирующая шайба; *3* — конусная шайба; *4* — корпус соединителя; *5* — уплотнительное кольцо; *6* — шайба; *7* — сухарь; *8* — зажимная втулка; *9* — кабель

Продолжение табл. 31

Порядковый номер соединителя	Вид соединителя	Типовое обозначение соединителя	Номер рисунка заделки кабеля	Последовательность операций сборки соединителей
31	Вилка кабельная угловая	СР-75-158П (ВР-158П)	137	При заделке кабеля РК-3 в соединители СР-75-167П, СР-75-168П, кабеля РК-6 в соединители СР-50-171П, СР-50-170П под изолирующую шайбу *8* вместо 2 мм оставлять 4 и 3 мм соответственно
32	То же	СР-75-158Ф (ВР-158Ф)	137	
33	»	СР-75-160П (ВР-160П)	137	
34	Вилка кабельная прямая	СР-75-167П (ВР-167П)	136	
35	Розетка приборно-кабельная	СР-75-168П (ВР-168П)	136	
36	Розетка приборно-кабельная с байонетным соединением	СР-50-32П (ВР-302П)	136	
37	Розетка приборно-кабельная	СР-50-32Ф (ВР-302Ф)	136	
38	Вилка кабельная прямая	СР-50-33Ф (ВР-303Ф)	136	
39	Вилка кабельная угловая с байонетным соединением	СР-50-34Ф (ВР-304Ф)	137	
40	Вилка кабельная угловая	СР-50-61П (ВР-61П)	137	
41	То же	СР-50-61Ф (ВР-61Ф)	136	
42	Розетка приборно-кабельная	СР-50-63П (ВР-63П)	136	
43	То же	СР-50-63Ф (ВР-63Ф)	136	
44	Вилка кабельная прямая	СР-50-64П (ВР-64П)	136	
45	То же	СР-50-74П (ВР-74П)	136	
46	»	СР-50-74Ф (ВР-74Ф)	136	

47	»	СР-50-76П (ВР-76П)	136
48	Вилка кабельная угловая	СР-50-80П (ВР-80П)	137
49	То же	СР-50-81П (ВР-81П)	137
50	»	СР-50-81Ф (ВР-81Ф)	137

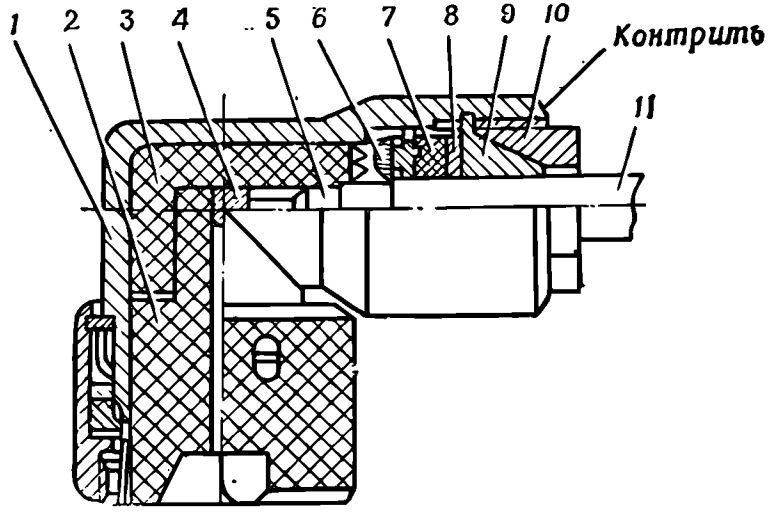


Рис. 137. Заделка кабеля в соединитель:

1 — корпус соединителя; *2*, *3* — изоляторы; *4* — гнездо; *5* — штырь (гнездо); *6* — конусная шайба; *7* — уплотнительное кольцо; *8* — шайба; *9* — сухарь; *10* — зажимная втулка; *11* — кабель

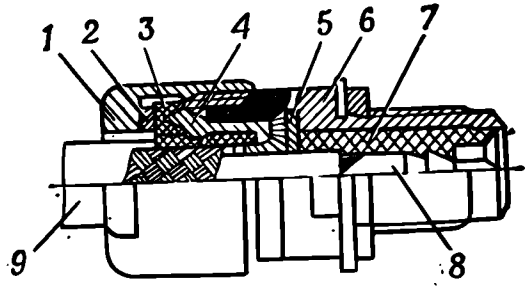


Рис. 138. Заделка кабеля в соединитель:

1 — гайка; *2*, *5* — шайбы; *3* — кольцо; *4* — сухарь; *6* — корпус соединителя; *7* — изолятор; *8* — штырь (гнездо); *9* — кабель

51	Розетка приборно-кабельная	СР-50-83П (ВР-83П)	136
52	То же	СР-50-83Ф (ВР-83Ф)	136
53	»	СР-50-84П (ВР-84П)	136

Продолжение табл. 31

Порядковый номер соединителя	Вид соединителя	Типовое обозначение соединителя	Номер рисунка заделки кабеля	Последовательность операций сборки соединителей
54	Вилка кабельная прямая	СР-75-54П (ВР-54П)	136	
55	То же	СР-75-54Ф (ВР-54Ф)	136	
56	Розетка приборно-кабельная	СР-75-55П (ВР-55П)	136	
57	То же	СР-75-55Ф (ВР-55Ф)	136	
58	Вилка кабельная угловая	СР-75-58П (ВР-58П)	137	
59	То же	СР-75-58Ф (ВР-58Ф)	137	
60	Вилка приборно-кабельная прямая врубного соединения	СР-50-504Ф (РШ3Р-1-4)	140	
61	Розетка кабельная прямая	СР-50-275Ф (МВР-612)	138	Разделать кабель согласно рис. 133. Расчесать и выпрямить внешний проводник. Надеть на кабель гайку *1* (рис. 138), шайбу *2*, кольцо *3*, наложить сухари *4*, обжать их и припаять внешний проводник на длине конусной части сухарей, выступающие концы обрезать. Надеть шайбу *5* на изоляцию кабеля, на расстоянии 1,5 мм осторожно снять изоляцию. Длину внутреннего проводника оставнть 2,5 мм для пайки штыря и 2,3 мм для пайки гнезда и прнпаять штырь (гнездо) к облуженному внутреннему проводнику кабеля.
62	То же	СР-50-276Ф (МВР-614)	138	
63	Вилка кабельная прямая	СР-50-282Ф (МВР-620)	138	
64	Розетка кабельная угловая	СР-50-287Ф (МВР-628)	139	Вставить штырь (гнездо) в изолятор *7*, вставить детали и кабель в корпус *6* соединителя и затянуть гайку *1* с усилием, исключающим продольный люфт кабеля относительно корпуса соединителя. Внешний проводник (экран) кабеля припаять к корпусу соединителя с двух сторон.
65	То же	СР-50-288Ф (МВР-629)	139	
66	Розетка кабельная прямая	СР-75-278Ф (МВР-617)	138	
67	То же	СР-75-279Ф (МВР-618)	138	

68	Розетка приборно-кабельная прямая	СР-75-280Ф (МВР-619)	138	Заделку кабеля в угловой соединитель (рис. 139) производить в такой последовательности:
69	Вилка кабельная прямая	СР-75-284Ф (МВР-624)	138	
70	То же	СР-75-285Ф (МВР-626)	138	вставить изолятор *1* (рис. 139) в корпус *10* соединителя, продеть внутренний проводник через него, вставить детали в корпус соединителя, затем вставить изолятор *2*. Затяиуть зажимную гайку *7*. Внешний проводник кабеля припаять к корпусу соединителя с двух сторон. Внутренний проводник кабеля обрезать на длине 2,3 мм и припаять к нему гнездо. Надеть изолятор *3* на гнездо. Ввернуть втулку *4* и затянуть ее ключом.
71	»	СР-75-286Ф (МВР-627)	138	
72	Розетка кабельная угловая	СР-75-289Ф (МВР-631Ф)	139	

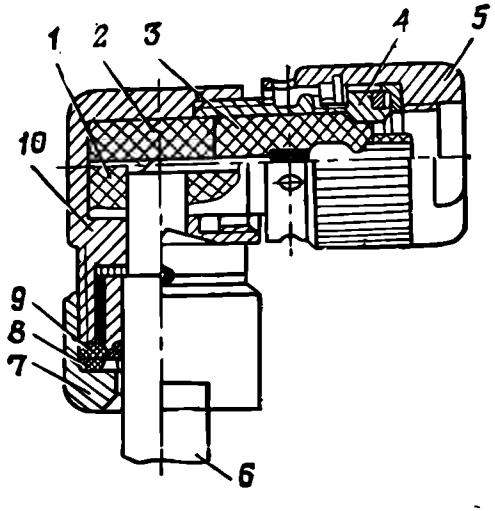


Рис. 139. Заделка кабеля в угловой соединитель:

1, 2, 3 — изоляторы; *4* — втулка; *5* — гайка; *6* — кабель; *7* — зажимная гайка; *8* — шайба; *9* — кольцо; *10* — корпус соединителя

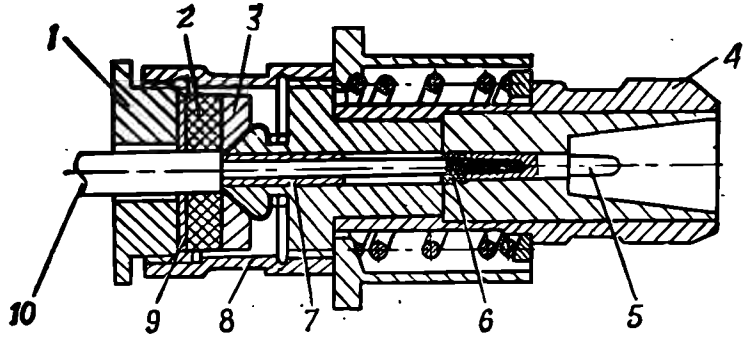


Рис. 140. Заделка кабеля в коаксиальный соединитель:

1 — зажимная втулка; *2* — опорное кольцо; *3* — втулка; *4* — корпус соединителя; *5* — штырь (гнездо); *6* — изолятор; *7* — разрезная втулка; *8* — гайка; *9* — шайба; *10* — кабель

Продолжение табл. 31

Порядковый номер соединителя	Вид соединителя	Типовое обозначение соединителя	Номер рисунка заделки кабеля	Последовательность операций сборки соединителей
73	Вилка приборно-кабельная прямая врубного соединения	СР-50-501Ф (РШ3Р-1-1)	140	Разделку кабеля производить согласно рис. 133. Надеть на кабель зажимную втулку *1* (рис. 140), гайку *8*, шайбу *9*, опорное кольцо *2*. На внешний проводник кабеля надеть втулку *3* до упора в торец наружной изоляции кабеля. На внутренний проводник кабеля надеть штырь (гнездо) *5* до упора в торец изоляции кабеля, припаять его. Для обеспечения плотного прилегания штыря (гнезда) к кабелю допускается подрезать жилу кабеля. Расплести, расправить, развести равномерно по периметру кольца втулки *3* внешний проводник кабеля. Вставить кабель с припаянным штырем (гнездом) *5* в корпус *4* соединителя так, чтобы внутренняя изоляция кабеля вошла в соответствующее отверстие изолятора соединителя до упора, утопание штыря (гнезда) относительно торца изолятора не более 0,5 мм. Расплетенный внешний проводник кабеля развести на втулку корпуса *4* соединителя, закрепить двумя-тремя витками медной луженой проволоки диаметром 0,3—0,4 мм в соответствующем пазу втулки корпуса, выступающие концы проволок экрана кабеля обрезать. Навернуть гайку *8*, продвинуть в нее до упора опорное кольцо *2*, шайбу *9* и затянуть втулку *1*.
74	То же	СР-50-503Ф (РШ3Р-1-3)	140	
75	Розетка приборно-кабельная с байонетным соединением	СР-50-520Ф (РГ3Р-1-1)	140	
76	То же	СР-50-521Ф (РГ3Р-1-2)	140	
77	»	СР-50-523Ф (РГ3Р-1-4)	140	
78	»	СР-75-501Ф (РГ3Р-1-5)	140	
79	Вилка приборно-кабельная прямая	СР-75-503Ф (РГ3Р-1-7)	140	
80	То же	СР-75-505Ф (РШ3Р-1-5)	140	
81	»	СР-75-506Ф (РШ3Р-1-6)	140	
82	»	СР-75-507Ф (РШ3Р-1-7)	140	
83	Розетка приборно-кабельная прямая	СР-100-508Ф (РГ3Р-1-9)	140	При заделке кабеля в соединители СР-50-501Ф и СР-50-520Ф следует до подпайки штыря к внутреннему проводнику кабеля надеть разрезную втулку *7* на внутреннюю изоляцию кабеля,

84	приборно-кабельная врубного соединения	СР-100-509Ф (РШ3Р-1-9)	140	надеть дополнительный изолятор *6* так, чтобы изоляция кабеля вошла до упора в соответствующее отверстие в изоляторе, припаять штырь (гнездо) к внутреннему проводнику, после чего продвинуть втулку *7* до упора в торец изолятора *6*, затем аналогично заделать кабель в соединитель до конца.

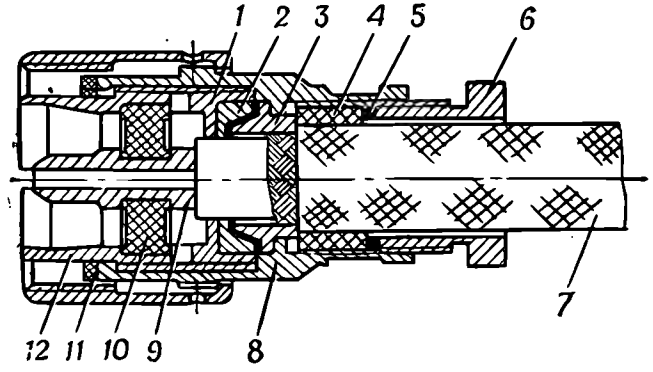


Рис. 141. Заделка кабеля в соединитель:
1, 3, 12 — втулки; *2, 5* — шайбы; *4, 11* — уплотнительные кольца; *6* — зажимная втулка; *7* — кабель; *8* — корпус с накидной гайкой; *9* — штырь (гнездо); *10* — изолятор

85	Розетка приборно-кабельная прямая	ВР-200С	141	Надрезать и снять наружную изоляцию кабеля на длине 30 мм, не допуская повреждения внешнего проводника. Расчесать внешний проводник кабеля, надрезать и снять внутреннюю изоляцию кабеля на длине 17,5 мм, надеть на кабель зажимную втулку *6* (рис. 141), шайбу *5*,
86	Вилка кабельная прямая	ВР-201С	141	
87	Розетка приборно-кабельная прямая	ВР-204С	141	

Продолжение табл. 31

Порядковый номер соединителя	Вид соединителя	Типовое обозначение соединителя	Номер рисунка заделки кабеля	Последовательность операций сборки соединителей
88	Вилка кабельная прямая	ВР-205С	141	уплотнительное кольцо *4*, корпус *8* с накидной гайкой, втулку *3*, равномерно расположить внешний проводник кабеля по втулке, выступающие концы проволок обрезать, припаять припоем ПОС-61. Облудить внутренний проводник кабеля, надвинуть корпус *8* с гайкой в обратном направлении, вставить в него шайбу *2* и завернуть втулку *1* торцовым ключом. На внутренний проводник надеть штырь (гнездо) *9* до упора в торец изоляции кабеля и припаять его. Вставить изолятор *10*, завернуть втулку *12* торцовым ключом, надеть на нее резиновое уплотнительное кольцо *11*. Вставить в корпус уплотнительное кольцо *4*, шайбу *5* и затянуть зажимную втулку *6* гаечным ключом
89	Розетка приборно-кабельная	ВР-210С	141	
90	Вилка кабельная прямая	ВР-212С	141	
91	То же	ВР-213С	141	
92	»	ВР-214С	141	
93	Вилка кабельная угловая	ВР-215С	141	
94	То же	ВР-216С	141	
95	»	ВР-217С	141	
96	»	ВР-218С	141	
97	Вилка кабельная угловая	ВР-219С	141	

Примечание. В графе «Типовое обозначение соединителя» в скобках приведено старое обозначение соединителей.

13.2. РЕМОНТ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ

13.2.1. Неисправности кабелей

К наиболее характерным неисправностям низкочастотных кабелей относятся:

частичный или полный обрыв одной или нескольких жил в кабеле или разъемах;

полный обрыв кабеля в результате механического воздействия;

короткое замыкание жил между собой в кабеле или в разъемах;

короткое замыкание жил на корпус разъема или на экранирующую оплетку кабеля;

пониженное сопротивление изоляции кабеля или разъема;

механические повреждения наружного защитного слоя кабеля.

13.2.2. Указания по проверке кабелей

Низкочастотные кабели проверять внешним осмотром и электрической проверкой. Кабели межблочных соединений рекомендуется проверять при комплексной проверке изделия, не отключая их от блоков.

Перед дефектацией кабель очистить от пыли и грязи. С экранированных кабелей пыль и грязь удалить волосяной щеткой, а со шланговых кабелей и кабелей с пропитанной хлопчатобумажной оплеткой — сырой тряпкой; разъемы протереть тряпкой, слегка смоченной бензином.

Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

состояние внешней изоляции и разъемов;

плотность закрепления внешней изоляции кабеля в разъеме;

состояние металлической оплетки;

нет ли нарушения гальванических покрытий на контактных сочленениях;

длину кабеля, если его ранее укорачивали.

Для осмотра разъемов их рекомендуется разобрать в резьбовых соединениях (без распайки). При осмотре поверхности кабеля рекомендуется слегка изгибать кабель в целях обнаружения повреждений наружной изоляции. Резиновый шланг не должен иметь трещин и порезов. Хлопчатобумажная оплетка кабеля должна плотно облегать провода, иметь гладкую поверхность без обрыва прядей. Допускаются обрывы отдельных нитей. Металлическая оплетка не должна иметь разрушений и следов коррозии. Укорочение кабеля допускается в пределах около 10% его номинальной длины, однако в каждом конкретном случае

этот вопрос решается отдельно в зависимости от назначения кабеля.

Так, например, укорочение кабеля межблочных соединений на 10% может вызвать при эксплуатации недопустимое натяжение его или привести к невозможности подключения кабеля обоими концами к соответствующим разъемам на аппаратуре.

Электрическая проверка

При электрической проверке следует:
проверить, нет ли коротких замыканий и обрывов;
измерить сопротивление токоведущих жил;

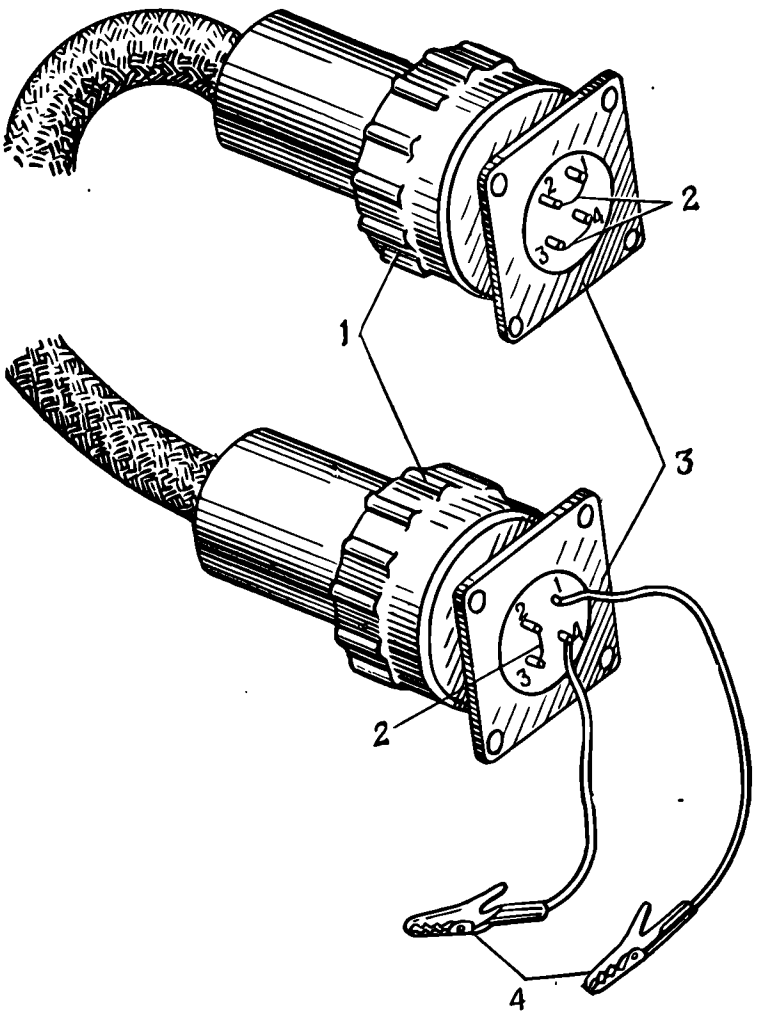


Рис. 142. Штепсельные разъемы кабеля с надетыми на них контрольными разъемами:
1 — штепсельный разъем кабеля; *2* — перемычки; *3* — контрольные разъемы; *4* — выводы с зажимами типа «Крокодил»

измерить сопротивление изоляции.

Замыкания и обрывы проверять омметром. Для сокращения времени на проверку наличия обрывов и замыканий рекомендуется применять контрольные штепсельные разъемы (рис. 142),

которые изготавливать силами мастерской части. Для изготовления контрольных разъемов можно использовать запасные штепсельные разъемы при наличии их в ЗИП. В контрольных разъемах определенные контакты соединяются между собой постоянными перемычками так, чтобы при соединении контрольных разъемов с разъемами кабеля все жилы оказались соеди-

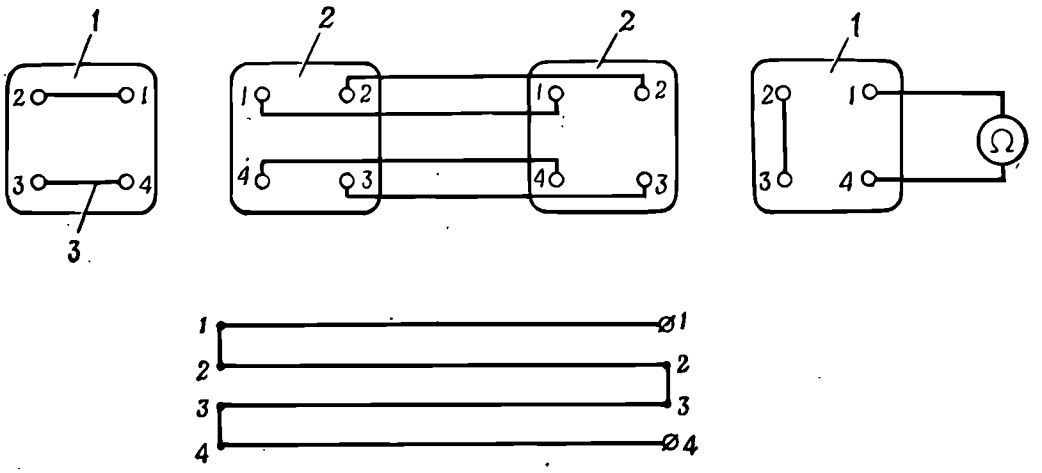


Рис. 143. Схема соединения токопроводящих жил с контрольными разъемами:

1 — контрольные разъемы; *2* — разъем кабеля; *3* — перемычка

ненными последовательно. Схема соединения токопроводящих жил кабеля с помощью контрольных разъемов для четырехжильного кабеля показана на рис. 143. На одном контрольном разъеме должны быть сделаны выводы *4* (рис. 142) для подключения омметра.

Для проверки кабелей на обрыв жил и замыкание их на корпус (внешний проводник — оплетку, разъем) с использованием контрольных разъемов омметр сначала подключить между выводами контрольного разъема, а если обрыва нет — между одним выводом и корпусом разъема или внешним проводником (экраном) кабеля.

Замыкание жил между собой проверять омметром, последовательно подключая его между каждым контактом разъема кабеля и всеми остальными непроверявшимися контактами.

На рис. 144 приведена схема приспособления для обнаружения обрыва 12-жильного кабеля. При изготовлении приспособления следует учитывать, какие кабели необходимо проверять, и соответственно этому устанавливать на приспособлении требуемые штепсельные разъемы.

При наличии обрыва стрелка омметра отклоняться не будет.

При отыскании места обрыва или замыкания жил кабеля необходимо кабель слегка изгибать в разные стороны. Замыкание в разъемах определять при его разборке без распайки. Изгибание кабеля начинать от одного разъема к другому. Этим способом место повреждения определяется с точностью до 10—15 см. Место повреждения определяется по резкому отклонению стрелки прибора при изгибании вблизи от поврежденного места,

при этом необходимо следить за тем, чтобы кабель не выгибался в других местах.

При замыкании жил кабеля между собой или на корпус проверить места соединений кабеля со штепсельным разъемом, так как здесь чаще всего бывают повреждения.

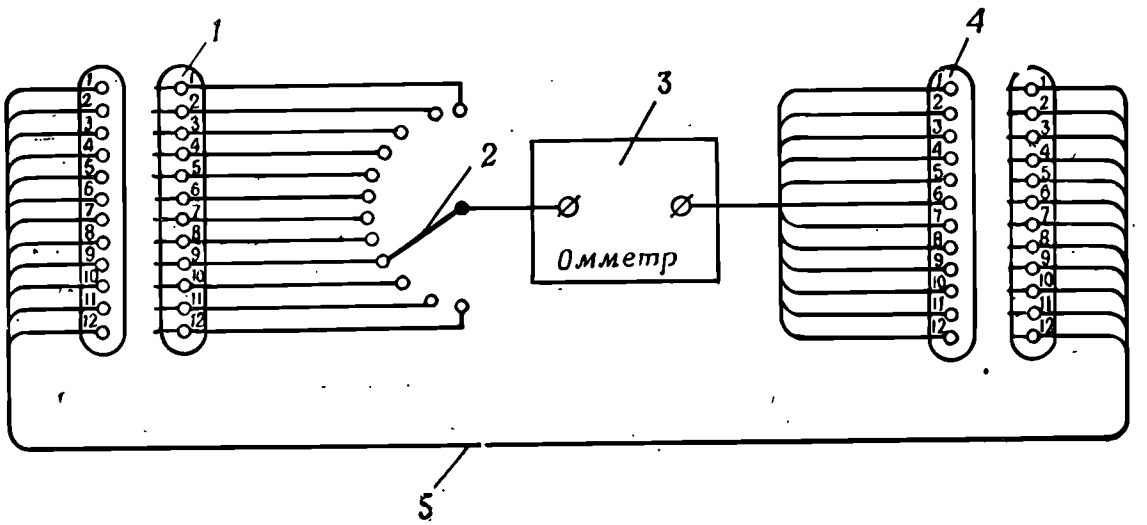


Рис. 144. Схема для обнаружения обрыва жил кабеля:
1 — вилка; *2* — переключатель; *3* — омметр; *4* — штепсель; *5* — проверяемый кабель

Сопротивление токоведущих жил измерять в том случае, когда жилы кабеля состоят из неизолированных и нелуженых проводов. В этом случае могут быть обрывы ряда жил, в результате чего в несколько раз увеличивается сопротивление отдельных проводов кабеля, а следовательно, увеличиваются и потери энергии. Поэтому при проверке таких кабелей необходимо измерить сопротивление жил кабеля на соответствие данным, указанным в частных руководствах по ремонту.

Сопротивление жил кабелей измерять мостовыми приборами или методом амперметра — вольтметра. Сопротивление жил кабелей, длина которых более 50 м, можно измерять омметром.

При измерении рекомендуется пользоваться контрольными разъемами, соединяющими последовательно все жилы с одинаковым сечением. Если в частных руководствах по ремонту сопротивление жил кабеля не указано, то номинальное сопротивление жил кабеля определяется по формуле

$$R_{ж} = \frac{\rho [1 + \alpha (t° - 20)] l}{S},$$

где $R_{ж}$ — сопротивление токоведущей жилы, Ом;
ρ — удельное сопротивление проводника (для меди равное 0,0175 (Ом · мм²)/м);
$t°$ — температура окружающей среды при проведении измерений, °С;
S — сечение жилы, мм²;
l — длина испытуемого кабеля, м;
α — температурный коэффициент (для медных проводов $\alpha = 0{,}004$).

Сопротивление изоляции между жилами, а также между каждой жилой и корпусом (металлической оплеткой, разъемом) проверять мегаомметром.

Сопротивление изоляции между жилами и корпусом многожильных кабелей рекомендуется проверять с помощью контрольных разъемов. В этом случае мегаомметр следует подключать между одним из выводов контрольного разъема и корпусом.

Величины сопротивлений изоляции кабелей приведены в руководствах по ремонту соответствующих изделий.

Если сопротивление изоляции кабеля понижено, а местных повреждений не обнаружено, то просушить концы кабеля, заделанные в разъемы, в течение 10—12 ч при температуре 50—70°С, проверить исправность уплотнительных прокладок и вновь проверить сопротивление изоляции. Допускается просушка кабеля в сухом помещении при комнатной температуре. В этом случае на просушку кабеля требуется 5—6 суток. В летнее время кабель можно просушить на солнце в течение 6—8 ч. Если после сушки сопротивление изоляции не увеличивается до требуемой величины, размонтировать разъемы и тщательно проверить сопротивление изоляции каждого провода, отпаянного от контактов разъема, и сопротивление изоляции между контактами разъема отдельно от кабеля.

13.2.3. Устранение неисправностей кабелей

Устранение неисправностей вблизи штепсельного разъема и заделка жил кабеля в наконечники

Если кабель поврежден вблизи разъема, что встречается чаще всего, и есть возможность укоротить его на длину до места повреждения, то аккуратно разобрать разъем, привязать бирки с номерами к каждой жиле и отпаять жилы от контактов разъема. Если кабельные разъемы залиты компаундами, то разборку их выполнять, как указано в частном руководстве по ремонту.

Концы кабеля разделывать в следующем порядке:

снять экранирующую или хлопчатобумажную оплетку;

снять резиновый шланг (при наличии его) на длину 5—10 см;

зачистить концы жил от изоляции в соответствии с рис. 145;

зачистить проволочки жил от окислов;

плотно закрутить зачищенные концы плоскогубцами;

надеть на жилы изоляционные трубки;

облудить концы припоем ПОС-61, облуженные концы должны быть покрыты ровным слоем припоя без наплывов и отслаиваний.

В некоторых случаях (если размеры разделки кабеля неизвестны и если позволяет конструкция разъема) кабель следует разделывать после заделки экранирующей оплетки. Заделка кабеля должна удовлетворять следующим требованиям:

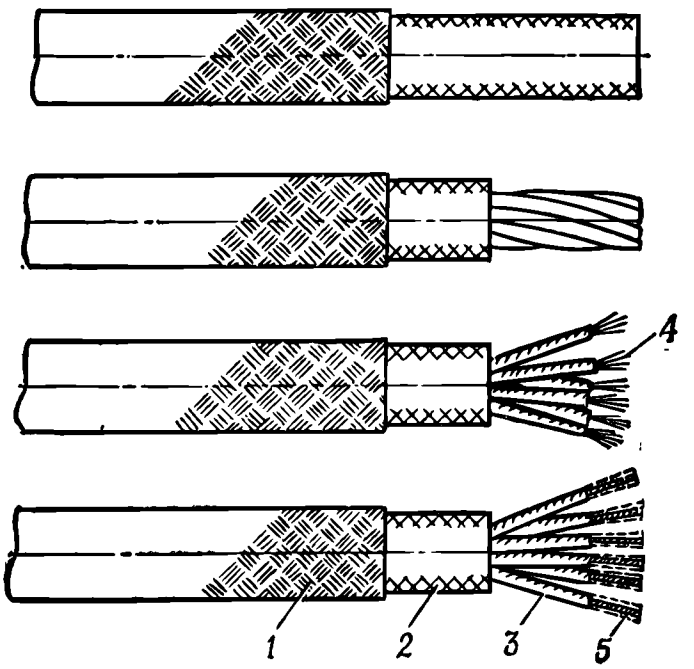


Рис. 145. Разделка конца кабеля:
1 — внешний проводник (экранирующая оплетка); *2* — резиновый шланг; *3* — резиновая изоляция; *4* — внутренний проводник (токопроводящая жила); *5* — скрученная и облуженная жила (внутренний проводник)

соединение кабеля с разъемом должно обеспечивать надежный электрический контакт и быть механически прочным; скобы и хомуты должны быть плотно затянуты (при таком способе соединения кабеля с разъемом жилы кабеля не несут механической нагрузки);

кабель в месте заделки должен быть предохранен от перетирания изоляции, скручивания и обрыва жил в результате изгибания его при эксплуатации; для этого на кабель должен быть наложен бандаж *6* (рис. 146) из хлопчатобумажных ниток № 00 или надет отрезок резиновой трубки *5* (рис. 147);

заделка кабеля должна быть такой, чтобы влага не попадала внутрь разъема; резиновые уплотнительные прокладки *3* (рис. 147) и *11* (рис. 148) должны быть плотно поджаты;

заделка экранированного кабеля должна обеспечивать надежный контакт экранирующей оплетки с корпусом или с одним из контактов разъема.

Способ заделки экранированного кабеля зависит от конструкции штепсельного разъема. Если штепсельный разъем имеет металлический корпус, то контакт экранирующей оплетки с корпусом разъема (рис. 147 и 148) осуществляется непосредст-

венно. При этом края экранирующей оплетки закрепить шайбой *3* (рис. 149) и пропаять оплетку.

Если корпус штепсельного разъема пластмассовый, экранирующую оплетку надо вывести к одному из контактов разъема, для чего расплести ее на необходимую длину, свить не-

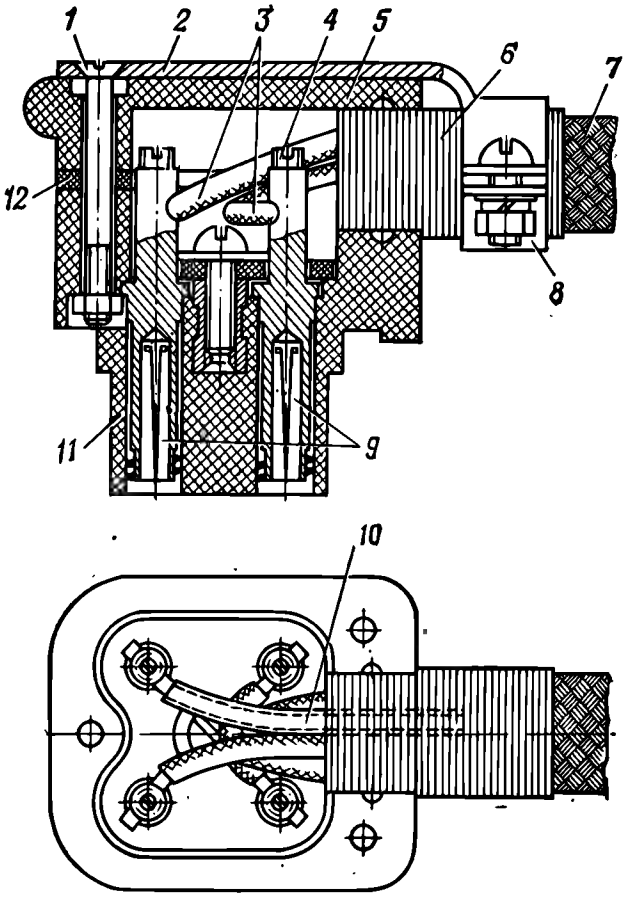


Рис. 146. Заделка экранированного кабеля в штепсельный разъем с пластмассовым корпусом:

1 — винт; *2* — металлическая накладка; *3* — резиновая изоляция жилы; *4* — винт крепления жил; *5* — крышка; *6* — бандаж из хлопчатобумажных ниток; *7* — экранирующая оплетка; *8* — хомут; *9* — контактные гнезда; *10* — вывод экранирующей оплетки в полихлорвиниловой трубке; *11* — пластмассовый корпус; *12* — прокладка

сколько прядей и облудить, образовав вывод оплетки; остальные проволочки оплетки обрезать (рис. 150). На край оплетки наложить короткий (3—5 мм) однослойный бандаж из тонкой медной проволоки диаметром 0,1—0,5 мм и пропаять припоем ПОС-61.

Вывод экранирующей оплетки можно сделать из куска проволоки, для чего намотать несколько витков на экранирующую оплетку *1* (рис. 151) кабеля и припаять их.

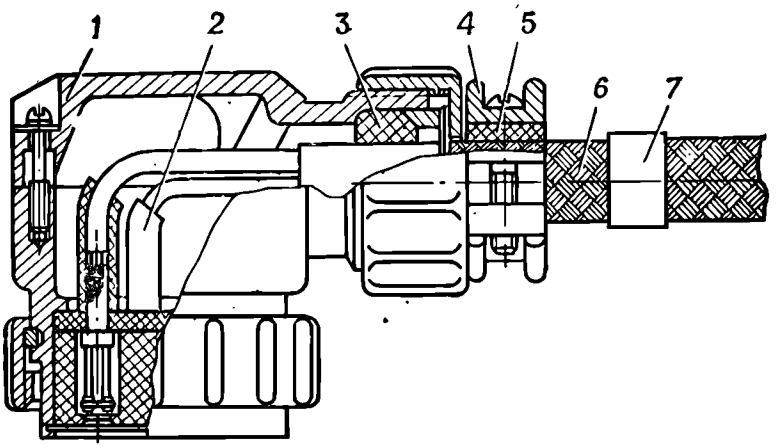


Рис. 147. Заделка экранированного кабеля в штепсельный разъем с разборным металлическим корпусом:

1 — разборный металлический корпус; *2* — полихлорвиниловая трубка; *3* — резиновая уплотнительная прокладка; *4* — хомутик; *5* — резиновая трубка; *6* — экранирующая оплетка (внешний проводник); *7* — бирка

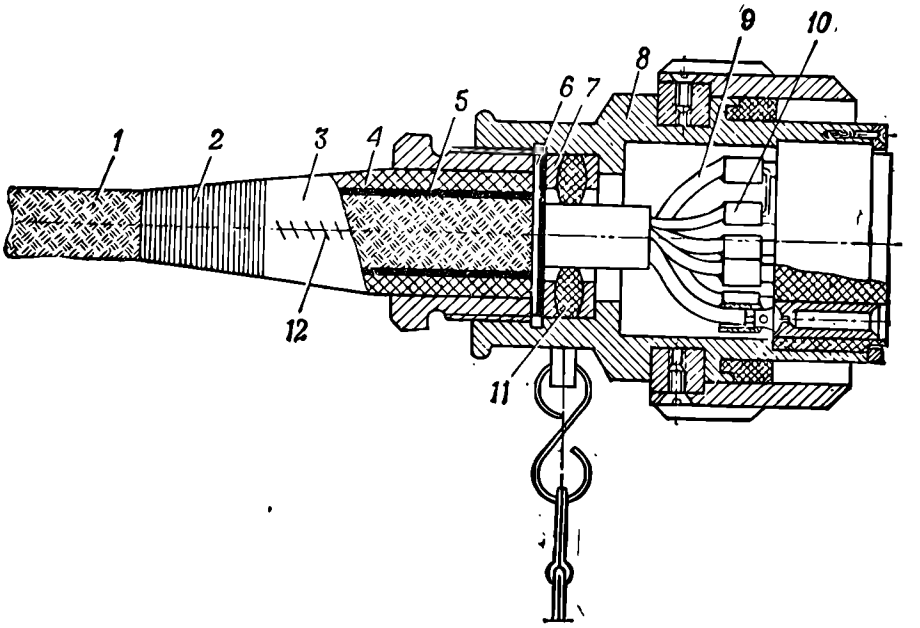


Рис. 148. Заделка экранированного кабеля в штепсельный разъем с металлическим корпусом:

1 — внешний проводник (экранирующая оплетка); *2* — бандаж из хлопчатобумажных ниток; *3* — брезентовый чехол; *4* — обмотка из киперной ленты; *5* — изоляционная лента; *6* — шайба; *7* — пропаянный экран; *8* — корпус разъема; *9* — токопроводящая жила в резиновой изоляции; *10* — полихлорвиниловая трубка; *11* — резиновая уплотнительная прокладка; *12* — шов

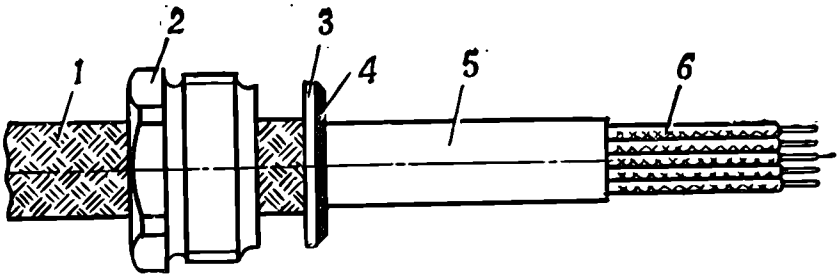


Рис. 149. Разделка экранирующей оплетки под шайбы:

1 — внешний проводник (экранирующая оплетка); *2* — гайка; *3* — шайба; *4* — пропаянный экран; *5* — резиновый шланг; *6* — резиновая изоляция жил кабеля

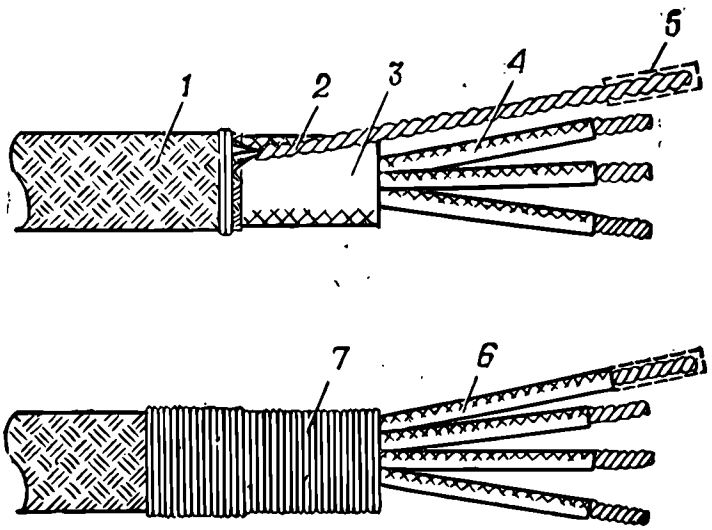


Рис. 150. Вывод экранирующей оплетки, составленный из прядей оплетки:

1 — внешний проводник (экранирующая оплетка); *2* — вывод экранирующей оплетки; *3* — резиновый шланг; *4* — резиновая изоляция жил кабеля; *5* — опаянный конец выводв; *6* — полихлорвиниловая трубка; *7* — бандаж из хлопчатобумажных ниток

В обоих случаях на выводы надеть электроизоляционные трубки. На края оплетки во избежание ее расплетания нало-

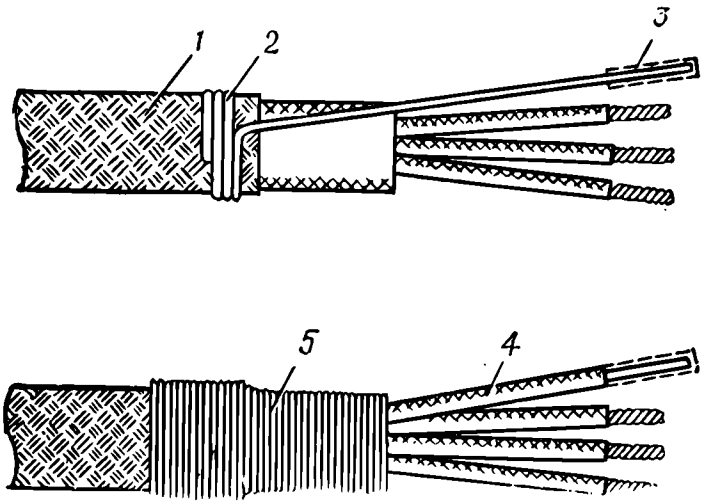


Рис. 151. Вывод экранирующей оплетки дополнительным проводом:

1 — внешний проводник (экранирующая оплетка); *2* — вывод; *3* — опаянный конец вывода; *4* — полихлорвиниловая трубка; *5* — бандаж из хлопчатобумажных ниток

жить бандаж из хлопчатобумажных ниток № 00 и покрыть его бакелитовым лаком. Вывод оплетки припаять или присоединить

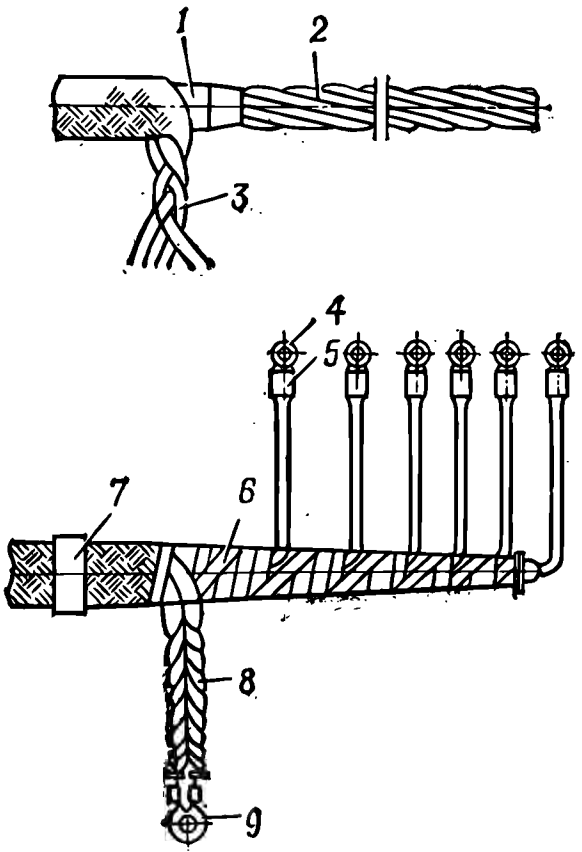


Рис. 152. Заделка конца кабеля в наконечники:

1 — резиновый шланг, срезанный на конус; *2* — жилы кабеля в резиновой изоляции; *3* — расплетенная оплетка; *4, 9* — наконечники; *5* — полихлорвиниловая трубка; *6* — киперная лента; *7* — бирка; *8* — жгут (косв)

к соответствующему контакту штепсельного разъема.

Для заделки жил кабеля в наконечники надеть на облуженные концы жил кабеля наконечники *4* (рис. 152), обжать их

и пропаять. На место паек надвинуть электроизоляционные трубки *5*, предварительно надетые на жилы кабеля. Оплетку у экранированных кабелей заплести в жгут (косу) *8*, конец которого впаять в наконечник *9*. Разделанный конец кабеля обмотать киперной лентой *6* и покрыть бакелитовым лаком.

Устранение неисправностей по длине кабеля

Если место замыкания или обрыва жилы находится далеко от разъема, в месте повреждения сделать круговой надрез металлической оплетки и сдвинуть ее в обе стороны от места над-

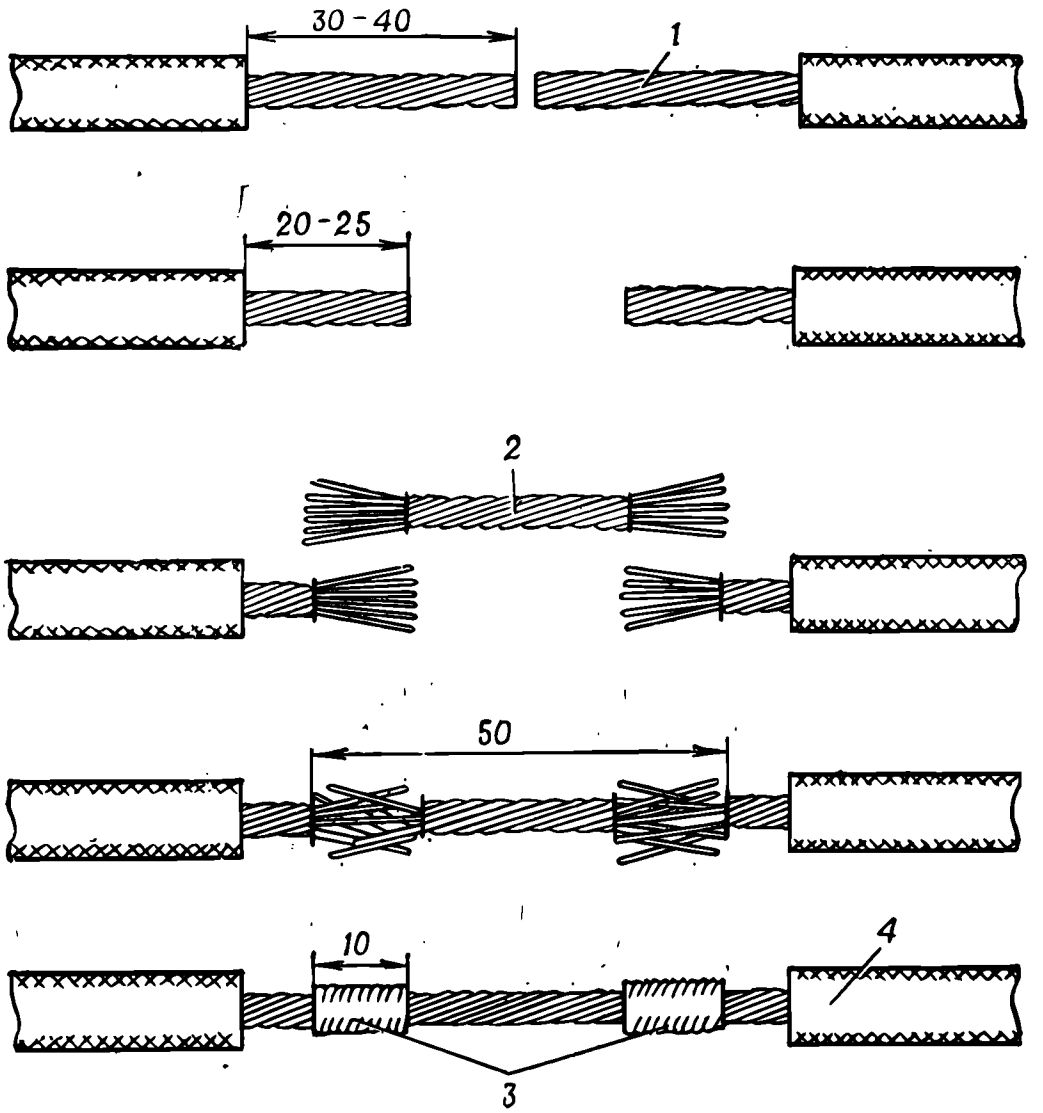


Рис. 153. Сращивание жилы с наложением бандажа:
1 — внутренний проводник (оголенная токопроводящая жила); *2* — сросток; *3* — пропаянный бандаж из проволоки на месте скрутки; *4* — резиновая изоляция

реза. Резиновый шланг или оплетку из хлопчатобумажной пряжи аккуратно разрезать вдоль кабеля на длину 120—150 мм, стараясь не задеть жил. Вытянуть концы поврежденной жилы и снять с каждого конца изоляцию на длину 35—40 мм (рис. 153). Концы жилы укоротить на 15 мм, после чего рас-

плести их на длину 10—15 мм и зачистить. Закрепить проволоки жилы от дальнейшего расплетения, временно обвязав их ниткой или тонкой проволокой. Из куска провода такого же сечения и марки, что и жила кабеля, приготовить сросток *2*.

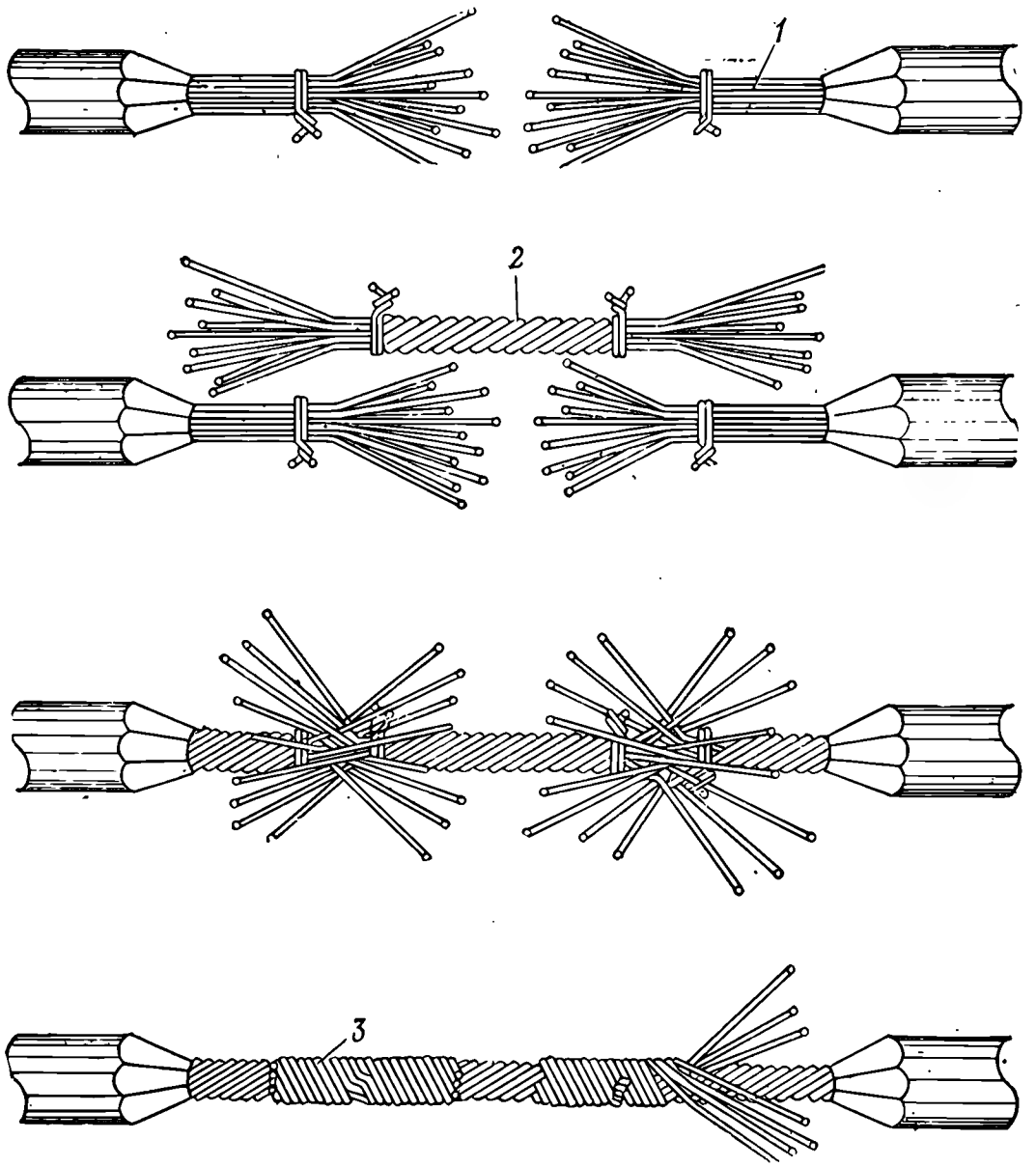


Рис. 154. Сращивание жилы без наложения бандажа:
1 — внутренний проводник (оголенная токопроводящая жила); *2* — вставка; *3* — скрученный участок

Проволоки центрального повива при наличии их у жилы и у сростка откусить на длину 8—10 мм, облудить концы проволок припоем ПОС-61 и соединить их. На место соединения наложить проволочный бандаж из проволоки диаметром, не превышающим диаметр одной проволоки жилы кабеля. Место соединения пропаять. Без механического крепления проводов пайка их **запрещается.**

На рис. 154 изображен другой способ сращивания жил — без наложения постоянного проволочного бандажа.

В случае одноместного обрыва всех токоведущих жил кабель сращивать так, чтобы пайки не лежали рядом одна под другой, а жилы соединять так, чтобы при растяжении кабеля усилие на них распределялось равномерно. Для этого укорачивать кабель по шаблону (рис. 155). Номера укороченных жил должны соответствовать цифрам на шаблоне.

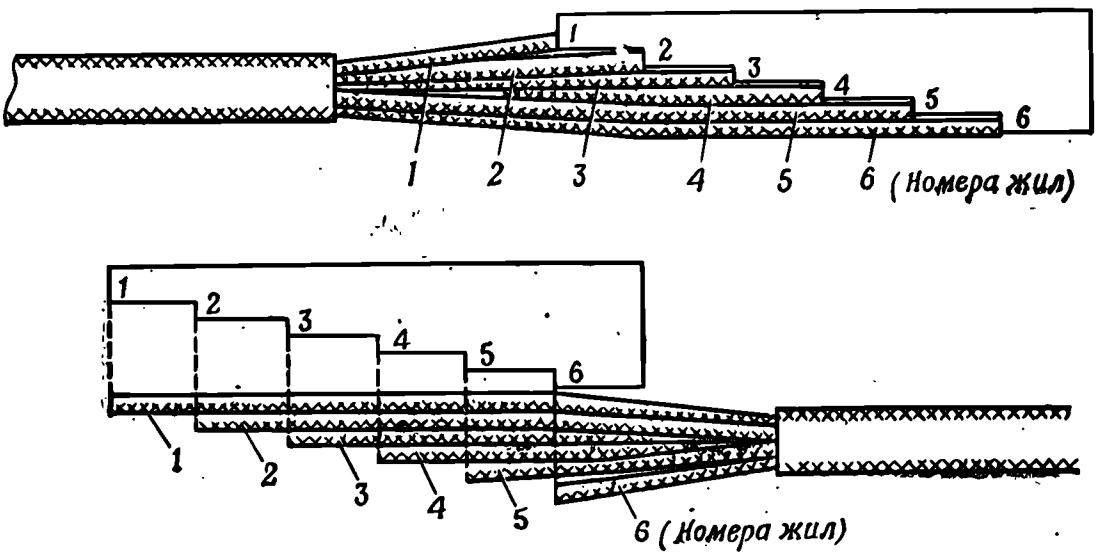


Рис. 155. Шаблон для обрезания жил кабеля

Поврежденную резиновую изоляцию оголенных жил, а также резиновый шланг кабеля следует при ремонте кабеля в войсках восстанавливать изоляционной лентой. При этом последние два слоя рекомендуется накладывать с пропиткой клеем для склеивания резины.

Вулканизация наружного резинового шланга кабеля

При наличии в войсковой части установки для вулканизации резиновых изделий наружный резиновый шланг кабеля рекомендуется вулканизировать следующим образом:

вырезать поврежденный участок резинового шланга, не нарушая изоляции жил, края вырезанного места разделать под углом 15—20°, как показано на рис. 156;

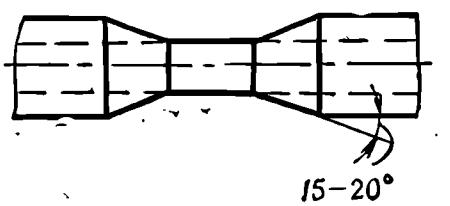


Рис. 156. Разделка кабеля для вулканизации

щеткой из кардоленты, напильником или наждачной бумагой зачистить резиновый шланг до получения шероховатой поверхности на расстоянии 10—15 мм от края выреза;

очистить волосяной щеткой поверхности от пыли и покрыть жилы одним слоем миткаля или изоляционной ленты;

протереть зачищенные поверхности и миткаль (изоленту) ветошью, смоченной бензином Б-70, и просушить при температуре 15—20°С в течение 2—3 мин;

протереть с двух сторон ветошью, смоченной бензином Б-70, починочный материал, нарезать его на ленты шириной 15—30 мм и плотно намотать, заполняя весь поврежденный участок; выступание починочного материала над поверхностью шланга кабеля должно быть не более 1—3 мм, причем не допускается образование воздушных пузырей между слоями. Починочный материал накладывать так, чтобы вдоль всего контура заполняемого участка оставался зачищенный и протертый бензином поясок шириной 4—6 мм;

прогреть приспособление (пресс с подогревом) для вулканизации до температуры 130—140°С, после чего установить в него кабель.

Вулканизацию ремонтируемого участка кабеля проводить при температуре 140—150°С в течение 25—40 мин. После вулканизации излишки резины (наплывы) обрезать острым ножом, смоченным водой.

Для получения чистой и блестящей изоляции сростков между пластинами пресса и изоляционным пластиком (резиной) рекомендуется прокладывать парафинированную бумагу от конденсаторов.

Вулканизация резиновой изоляции жил кабеля

Для вулканизации резиновой изоляции жил кабеля подготовить жилу к вулканизации, для чего зачистить изоляцию жилы на расстоянии 10 мм от конца среза. Очистить волосяной щеткой зачищенную изоляцию от пыли и обрезков.

Протереть защищенные поверхности ветошью, смоченной бензином, затем с двух сторон протереть починочный материал, нарезать его в поперечном направлении на ленты шириной 15—17 мм.

Намотать на жилу зачищенную резиновую ленту попеременно в обе стороны внахлестку. Допускается выступание починочного материала над поверхностью изоляции жилы не более 0,5 мм; образование воздушных пузырей между слоями не допускается. При наложении материала вдоль всего контура заполняемого участка должен быть зачищенный и протертый бензином поясок шириной 3—5 мм. Концы изоляционного материала загладить ножом и плотно приклеить.

Для исключения прилипания резины наложенный починочный материал припудрить тальком или обвернуть одним слоем телефонной бумаги.

Приспособление для вулканизации до установки жилы прогреть до температуры 130—140°С, вулканизировать в течение 2—3 мин при температуре 140—150°С.

13.2.4. Проверка кабелей после ремонта

После ремонта кабель проверить в том же объеме и той же последовательности, как указано в п. 13.2.2.

Кабели с отремонтированной изоляцией и кабели со сростками жил дополнительно испытать изгибанием на оправке (рис. 157), имеющей радиус, равный десяти диаметрам кабеля. Испытание изгибанием выполнять по длине отремонтированного участка кабеля. Во время изгибания не должно наблюдаться трещин, отслаиваний и обрывов прядей оплетки, обрыва жил и короткого замыкания между ними. В случае сомнений рекомендуется измерить сопротивление изоляции.

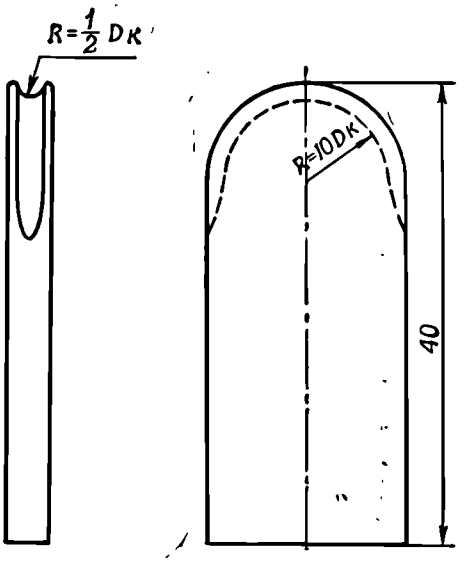


Рис. 157. Оправка для испытания кабеля на изгиб

13.3. РЕМОНТ ШТЕПСЕЛЬНЫХ РАЗЪЕМОВ

13.3.1. Неисправности штепсельных разъемов

Наиболее распространены следующие неисправности штепсельных разъемов:

загрязнение, подгорание или коррозия контактирующих поверхностей штырьков или гнезд;

пониженное сопротивление изоляции;

поломка замков;

повреждение резьбовых соединений;

погнутость штырьков;

сколы и трещины деталей из пластмассы;

разрушение изоляционных деталей из-за обгорания, старения или механических воздействий;

вмятины на металлических корпусах.

13.3.2. Указания по проверке штепсельных разъемов

При осмотре штепсельных разъемов проверить:

состояние контактных поверхностей штырьков или гнезд;

состояние корпуса и изоляционных деталей штепсельных разъемов;

состояние резьбы или замка накидной гайки и крышки;

сопротивление изоляции;

правильность и четкость маркировки.

Штепсельные разъемы отсоединять от кабеля, если необходима раздельная проверка кабеля и штепсельных разъемов или перезаделка последних.

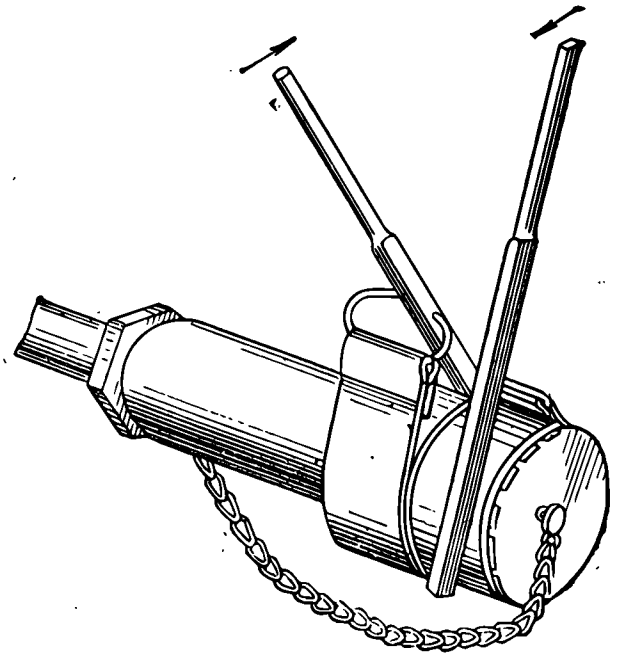


Рис. 158. Отвинчивание крышки разъема с помощью двух ленточных ключей

Если крышку штепсельного разъема невозможно отвинтить вручную, рекомендуется применять ленточные ключи (рис. 158), изготавливать которые в случае необходимости.

13.3.3. Устранение неисправностей штепсельных разъемов

Нагар в гнездах штепсельного разъема устранять чисткой гнезд мелкой шлифовальной шкуркой, навернутой на деревянную палочку, при этом палочка со шкуркой должна входить в гнездо при легком нажиме на нее. После снятия нагара гнезда протереть ветошью, смоченной бензином. При сильном обгорании гнезд (с оплавлением) заменить штепсельный разъем.

У некоторых конструкций разъемов на штырях имеются пружины для лучшего контакта штыря с гнездом. При изломе пружины спилить расклепанный конец штыря, снять сломанную пружину. Зачистить и облудить спиленный конец штыря и новую пружину в месте соединения ее со штырем. Припаять новую пружину к торцу штыря.

При изгибе или изломе штырей штепсельного разъема разобрать разъем, отпаять провода от поврежденных штырей и выправить погнутые штыри, сломанные штыри заменить новыми, изготовив их по образцу.

В некоторых конструкциях штепсельных разъемов штыри запрессованы в пластмассовую плату. Такие разъемы в случае неисправности заменяются новыми.

Корпуса и крышки штепсельных разъемов, имеющие трещины или сколы, заменить новыми. Допускается ремонт корпусов и крышек разъемов эпоксидными клеями, которые можно применять как для склеивания в местах трещин, так и для заполнения участков скола. Рецепты эпоксидных клеев приведены в приложении 22. Предварительно для заполнения участков скола необходимо прикрепить форму из пластилина, обеспечивающую заполнение скола и получение необходимой конфигурации детали.

Места нарушения гальванических покрытий на неконтактирующих поверхностях для предотвращения коррозии в качестве временной меры рекомендуется окрашивать бесцветным лаком, эмалевой или масляной краской подходящего цвета.

Сопротивление изоляции между штырьками, между каждым штырьком и корпусом в тех случаях, когда штепсельные разъемы проверяются отдельно от кабеля, должно быть не менее, чем указано в соответствующем руководстве по ремонту изделия. На каждом штепсельном разъеме должна быть четкая маркировка. Для нанесения маркировки применять цинковые белила, черную, белую или красную масляную густотертую краску.

14. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ

14.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Электрические машины можно условно объединить в следующие группы:

электродвигатели и генераторы постоянного тока;

асинхронные электродвигатели (с фазным, короткозамкнутым или полым ротором);

синхронные генераторы и электродвигатели;

электрические машины специального назначения (преобразователи, электромашинные усилители, генераторы опорных напряжений, тахогенераторы, вращающиеся трансформаторы, сельсины и т. п.).

Преобразователи, электромашинные усилители (ЭМУ), генераторы опорных напряжений (ГОН), тахогенераторы конструктивно сочетают в себе элементы машин первых двух основных групп, поэтому вопросы ремонта этих машин рассматриваются в подразд. 14.2—14.7. Особенности ремонта сельсинов и вращающихся трансформаторов изложены в подразд. 14.8—14.14.

Ввиду значительной однотипности технологических операций по проверке и ремонту различных сельсинов и вращающихся трансформаторов в указанных подразделах не рассматриваются вопросы ремонта каждого типа сельсинов (вращающихся трансформаторов), а даются общие указания. При необходимости по тексту имеются отдельные указания, относящиеся к определенному типу сельсинов (вращающихся трансформаторов).

При ремонте электрических машин кроме настоящего раздела необходимо использовать указания, приводимые в частных руководствах на изделия, в паспортах и технических описаниях на электродвигатели (если они придаются), а также в Справочнике по ремонту электрических машин, части 1 и 2, издание второе, дополненное и переработанное (Воениздат, 1974), который в дальнейшем для краткости именуется Справочником. В указанном Справочнике помещены необходимые сведения по ремонту электрических машин, применяемых в

радиолокационных станциях и агрегатах питания, приведены электрические и обмоточные данные, сведения по изоляции, а также перечень проверяемых после ремонта параметров.

Рабочие места для разборки и отыскания неисправности электрических машин должны быть обеспечены оборудованием для чистки и мойки деталей, оснасткой для разборочных работ, контрольно-измерительными приборами и измерительным инструментом. Разборка и отыскание неисправностей в электрических машинах должны производиться на специально оборудованных верстаках, имеющих подвод электроэнергии 36 В, 50 Гц для местного освещения и питания паяльников и 220 В, 50 Гц для включения приборов.

Рабочие места по выполнению намоточных работ должны быть обеспечены намоточным оборудованием, оснасткой, контрольно-измерительными приборами.

Предупреждение. При ремонте электрических машин соблюдать действующие правила по мерам безопасности. Особую осторожность соблюдать при проведении работ, связанных с подачей высоких напряжений (электрическая проверка, испытания электрических машин).

14.2. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ, ПРИЧИНЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

В процессе эксплуатации электрических машин вследствие износа механических частей, старения изоляции и нарушения нормальных условий эксплуатации возможно возникновение различных неисправностей, о появлении которых свидетельствуют следующие признаки:

изменение характеристик машины (числа оборотов и вращающего момента на валу двигателя, напряжения генератора) или их неустойчивость;

значительный перегрев машины или отдельных ее частей;

сильное искрение под щетками;

гудение при работе машины;

механические вибрации машины и шумы (стуки) при ее работе.

Причины ненормальной работы могут быть внешние, т. е. не зависящие от самой машины, и внутренние, связанные с повреждением ее частей.

Внешними причинами ненормальной работы машин могут быть:

перегрузка двигателей и генераторов;

понижение или повышение напряжения питания (для двигателей) или числа оборотов (для генераторов);

нарушение цепи питания двигателя или цепи нагрузки генератора;

неисправности в управляющей и регулирующей схемах.

Внутренними причинами ненормальной работы машин могут быть:

неисправность обмоток;

неисправность токоснимающих деталей (щеток, щеткодержателей, коллекторов, контактных колец);

неисправность механических частей;

неуравновешенность (нарушение баланса) вращающихся частей машины.

В табл. 32—34 перечислены основные, наиболее часто встречающиеся неисправности электрических машин, обусловленные как внешними, так и внутренними причинами, а также указаны способы выявления этих неисправностей.

Предварительная проверка производится по месту установки электрической машины без снятия ее и имеет целью определить техническое состояние, а также выявить неисправности, нарушающие нормальную работу машины. Если изделие, в котором установлен двигатель или генератор, функционирует, то рекомендуется проверить машину в работе.

По результатам предварительной проверки определяется необходимость снятия и разборки для отыскания неисправностей ее узлов и деталей и устранения неисправностей.

14.3. ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ ПО МЕСТУ УСТАНОВКИ

Проверку машин по месту установки проводить внешним осмотром и электрической проверкой. Если доступ к машине затруднен, то проверять машину на исправность только электрической проверкой.

В изделиях ракетно-артиллерийского и радиотехнического вооружения применяются в основном электродвигатели и генераторы закрытого исполнения, поэтому внешний осмотр может не дать требуемых результатов. Чтобы судить об исправности машины, основное внимание при проверке по месту установки следует уделить электрической проверке и, если возможно, проверке в работе.

14.3.1. Внешний осмотр

Перед осмотром удалить пыль и грязь с наружных частей машины, снять предохранительные щитки и накладки, закрывающие доступ к токоснимающему аппарату.

При осмотре проверить состояние корпуса, подшипниковых щитов, крышек и крепежных деталей, коллекторов (контактных колец), щеткодержателей и щеток, выводов и панели с зажимами; проверить также наличие и состояние смазки подшипников и легкость вращения ротора (якоря) от руки.

Таблица 32

Перечень

наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей в машинах постоянного тока

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
1. Генератор не возбуждается или дает пониженное напряжение	Неправильное направление вращения	Проверить направление вращения визуально в момент пуска или остановки генератора
	Недостаточная частота вращения	Проверить частоту вращения тахометром
	Потеря остаточного магнетизма в активном железе	Проверить напряжение при разомкнутой обмотке возбуждения (п. 14.6.4)
	Неправильное включение обмотки возбуждения	Проверить включение обмотки возбуждения визуально
	Обрыв цепи обмотки возбуждения	Проверить сопротивление цепи обмотки возбуждения прибором (п. 14.5.2)
	Замыкание обмотки возбуждения на корпус или на другие обмотки	Проверить сопротивление изоляции обмотки возбуждения относительно корпуса и других обмоток (п. 14.5.2)
	Замыкание между витками обмотки якоря или замыкание обмотки на корпус в двух или более местах	Проверить сопротивление изоляции обмотки якоря относительно корпуса методом падения напряжения (п. 14.5.2)
		Проверить, нет ли в обмотке якоря короткозамкнутых витков (п. 14.5.2)
	Обрыв в обмотке якоря	Проверить обмотку якоря методом падения напряжения (п. 14.4.2)
2. Напряжение генератора сильно падает при нагрузке	Неправильно установлены (сдвинуты) щетки	Проверить установку щеток по отметкам на траверсе и щите машины. Сдвинуть щетки по направлению вращения
	Плохой контакт в щетках и соединениях	Проверить на ощупь температуру щеток и соединений
	Перегрузка генератора	Проверить величину тока в нагрузке генератора прибором
	Снижение скорости вращения приводного двигателя под нагрузкой	Проверить скорость вращения генератора тахометром
3. Двигатель не вращается при включенном питающем напряжении:		
а) без нагрузки	Обрыв обмотки якоря или обмотки возбуждения	Проверить сопротивление цепи и напряжения на якоре и обмотке возбуждения прибором

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
б) под нагрузкой	Низкое напряжение питающей сети (для двигателей с параллельным возбуждением)	Проверить величину напряжения сети и пускового тока
	Велик противодействующий момент иагрузки	Проверить легкость хода вращаемого механизма
	Замыкание между витками или на корпус обмотки возбуждения или обмотки якоря	Проверить сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса. Проверить, нет ли в обмотках короткозамкнутых витков (п. 14.5.2)
	Загрязнение коллектора, плохой контакт в щетках	Осмотреть коллектор, проверить на ощупь степень нагрева коллектора и щеток
4. Двигатель не развивает номинального числа оборотов в минуту	Низкое напряжение питающей сети	Проверить напряжение сети
	Перегрузка двигателя	Проверить ток, потребляемый двигателем, и легкость хода вращаемого механизма
	Замыкание между витками обмотки якоря	Проверить обмотку якоря методом падения напряжения (п. 14.5.2)
	Неправильно установлены (сдвинуты) щетки	Проверить установку щеток по отметкам на траверсе и щите двигателя
	Плохой контакт в щетках	Проверить на ощупь степень нагрева щеток
5. Двигатель развивает повышенное число оборотов в минуту	Повышение напряжения питающей сети	Проверить напряжение сети
	Перегрузка двигателя (для двигателей с последовательным возбуждением)	Проверить ток, потребляемый двигателем
	Неправильно установлены (сдвинуты) щетки	Проверить установку щеток по отметкам на траверсе и щите двигателя
	Замыкание обмотки возбуждения на корпус в двух или более местах	Проверить сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса (п. 14.5.2)
6. Двигатель ие реверсируется	Сильный сдвиг щеток с нейтрали	Проверить установку щеток по отметкам на траверсе и щите двигателя
7. Искрение под щетками	Неправильно установлены (сдвинуты) щетки	Проверить установку щеток по отметкам на траверсе и щите двигателя
	Щетки не пришлифованы к коллектору	Осмотреть рабочую поверхность щеток
	Заедание щеток в обойме щеткодержателя	Проверить легкость перемещения щеток в обойме щеткодержателя
	Щетки слабо или слишком сильно прижаты к коллектору	Проверить давление щеток на коллектор (п. 14.3.1)

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
	Механические неисправности коллектора (западают или выступают пластины, выступает изоляция между пластинами, повышенное биение и т. п.)	Осмотреть коллектор. Проверить биение коллектора (п. 14.3.1)
	Загрязнеиа поверхность коллектора	Осмотреть коллектор, протереть его поверхность чистой салфеткой, смоченной спиртом или бензином
	Плохо припаяны выводы обмотки к пластинам коллектора	Проверить на ощупь нагрев паек. Восстановить дефектные пайки
	Замыкание между витками или на корпус не менее чем в двух местах обмотки якоря.	Проверить сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса. Проверить обмотку методом падения напряжения (п. 14.5.2)
	Обрыв обмотки якоря	
	Неправильно подключены обмотки добавочных полюсов	Поменять местами выводы обмоток добавочных полюсов
8. Перегрев всей машины или отдельных ее частей:		
а) перегрев всей машины	Перегрузка машины	Проверить сопротивление нагрузки генератора, легкость вращения механизма, приводимого в действие двигателем, и ток, потребляемый двигателем
б) перегрев якоря	Замыкание между витками обмотки якоря	Проверить, нет ли в обмотке короткозамкнутых витков, методом падения напряжения (п. 14.5.2)
	Замыкание между пластинами пакета якоря	Проверить величину тока, потребляемого машиной на холостом ходу в режиме двигателя
	Трение якоря о полюсы	Проверить зазор между якорем и полюсами и легкость вращения якоря
в) перегрев коллектора	Механические неисправности коллектора	Осмотреть поверхность коллектора. Проверить биение коллектора (подразд. 14.3)
	Щетки слишком прижаты к коллектору	Проверить нажатие щеток на коллектор (п. 14.3.1)
г) перегрев подшипников	Отсутствие или загрязнение смазки	Проверить наличие и чистоту смазки подшипников
	Неправильная сборка (перекос) подшипников, отсутствие осевого люфта якоря	Проверить легкость вращения якоря

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
9. Вибрация машин	Износ подшипников	Проверить равномерность воздушного зазора. Проверить подшипники
	Повышенные люфты якоря вследствие износа или неправильной установки подшипников	Проверить осевой люфт якоря и состояние подшипников

Таблица 33

Перечень

наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей в асинхронных двигателях

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
1. Ненагруженный двигатель не запускается	Обрыв фазы обмотки статора трехфазного двигателя (при включении фаз звездой) или фазы сети питающего напряжения	Проверить напряжения между фазами и сопротивления фаз обмотки статора
	Обрыв цепи основной или вспомогательной обмотки однофазного двигателя	Проверить сопротивление обмоток
	Одностороннее притяжение (прилипание) ротора к статору вследствие сильного износа подшипников	Проверить равномерность воздушного зазора
2. Двигатель не вращается при включении питающего напряжения и нагрузки. Вращающий момент двигателя недостаточен	Пониженное напряжение питающей сети	Проверить напряжение между фазами питающей сети
	Обрыв фазы обмотки статора трехфазного двигателя (при включении фаз треугольником)	Проверить сопротивления фаз обмотки статора
	Пробой конденсатора однофазного двигателя	Проверить сопротивление изоляции конденсатора
	Замыкание на корпус не менее чем в двух местах обмотки статора	Проверить сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса (подразд. 14.5)
	Обрыв в обмотке фазного ротора или плохой контакт в цепи ротора	Проверить сопротивление цепи ротора и сопротивления фаз обмотки ротора
	Перегрузка двигателя	Проверить легкость хода вращаемого механизма и токи, потребляемые двигателем

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
3. Скорость вращения двигателя меньше номинальной	Пониженное напряжение питающей сети	Проверить величину напряжения питающей сети
	Плохой контакт в цепи ротора	Проверить сопротивление цепи ротора
4. Двигатель работает с половиной скоростью	Обрыв в одной фазе обмотки ротора или нарушение контакта в одной из щеток	Проверить сопротивление фаз обмотки и надежность контактирования щеток
5. Искрение под щетками, обгорание контактных колец	Щетки плохо пришлифованы к кольцам	Осмотреть поверхность щеток
	Щетки заедают в обойме щеткодержателя	Проверить легкость скольжения щеток в обойме щеткодержателя
	Щетки слабо прижаты к кольцам	Проверить нажатие щеток на кольца (подразд. 14.3)
	Повреждена поверхность контактных колец	Осмотреть кольца, в случае надобности отшлифовать их
	Загрязнение контактных колец и щеток	Осмотреть щетки и кольца, протереть их чистой салфеткой, смоченной спиртом или бензином
	Замыкание между витками обмотки фазного ротора	Проверить, нет ли в обмотке ротора короткозамкнутых витков (подразд. 14.5)
6. Перегрев всей машины или отдельных ее частей:		
а) перегрев всей машины	Перегрузка двигателя	Проверить легкость хода вращаемого механизма и токи, потребляемые двигателем
б) перегрев ротора	Повышенное напряжение питающей сети	Проверить напряжение между фазами питающей сети
	Плохой контакт в цепи ротора	Проверить сопротивление ротора
	Ухудшение вентиляции	Проверить вентиляционное устройство
в) перегрев обмотки статора	Повышенное напряжение питающей сети	Проверить напряжение между фазами питающей сети
	Обрыв одной из фаз обмотки статора или сети питающего напряжения	Проверить сопротивление фаз обмотки статора и напряжения между фазами
г) перегрев контактных колец и щеток	Щетки слишком сильно прижаты к кольцам	Проверить нажатие щеток на кольца (подразд. 14.3)
	Повреждение поверхности контактных колец, биение их	Осмотреть поверхность колец, проверить их биение (подразд. 14.3)
д) перегрев подшипников	Отсутствие или загрязнение смазки	Проверить наличие и чистоту смазки подшипников
	Неправильная сборка (перекос подшипников, отсутствие осевого люфта вала)	Проверить легкость вращения ротора

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
	Износ подшипников	Проверить равномерность воздушного зазора. Проверить состояние подшипников (подразд. 14.5)
7. Вибрация машины	Обрыв фазы обмотки ротора, вызывающий асимметрию магнитного поля	Проверить сопротивления фаз обмотки ротора
	Повышенные люфты ротора вследствие износа или неправильной установки подшипников	Проверить осевой люфт ротора, состояние подшипников (подразд. 14.5)

Таблица 34

Перечень

наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей в синхронных машинах

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
1. Генератор на холостом ходу не дает напряжения	Неисправен возбудитель	Проверить напряжение и ток возбуждения
	Короткое замыкание между контактными кольцами или между проводами, соединяющими возбудитель с контактными кольцами	Проверить цепь возбуждения и сопротивление между контактными кольцами
	Обрывы в цепи возбуждения	Проверить цепь возбуждения и надежность контакта в щетках
2. Генератор на холостом ходу дает напряжение только между двумя фазами	Обрыв в одной фазе обмотки статора при соединении звездой или обрыв в двух фазах обмотки при соединении треугольником	Проверить сопротивление фаз обмотки
3. Генератор на холостом ходу дает пониженное напряжение	Неисправен возбудитель (малы напряжение и ток возбуждения)	Проверить напряжение и ток возбуждения
	Скорость вращения ротора генератора ниже номинальной	Проверить скорость вращения генератора
	Замыкание обмотки возбуждения на корпус не менее чем в двух местах	Проверить сопротивление изоляции обмотки возбуждения относительно корпуса (подразд. 14.5)

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
	Понижение сопротивления изоляции обмотки статора	Проверить сопротивление изоляции обмотки статора относительно корпуса
4. Двигатель выпадает из синхронизма	Неисправен возбудитель (мал ток возбуждения) или плохой контакт в цепи возбуждения	Проверить ток возбуждения и сопротивление цепи возбуждения
5. Двигатель при асинхронном пуске не увеличивает обороты или не достигает полных оборотов	Обрыв в одной фазе сети питающего напряжения или в обмотке статора	Проверить напряжение питания (все фазы) и сопротивления фаз обмотки статора
	Пониженное напряжение питающей сети	Проверить величину напряжения питающей сети (подразд. 14.5)
	Велик тормозящий момент нагрузки	Проверить легкость хода вращаемого механизма и токи, потребляемые двигателем
	Плохой контакт в пусковой обмотке	Проверить сопротивление цепи пусковой обмотки
6. Искрение под щетками и обгорание контактных колец	Щетки не пришлифованы к кольцам	Осмотреть и пришлифовать щетки
	Щетки заедают в обоймах щеткодержателей	Проверить легкость скольжения щеток в обоймы щеткодержателей
	Щетки слабо прижаты к кольцам	Проверить нажатие щеток на кольца (подразд. 14.3)
	Повреждение поверхности контактных колец, повышенное биение их	Осмотреть кольца, проверить их биение (подразд. 14.3)
	Загрязнение контактных колец и щеток	Осмотреть кольца и щетки, протереть их чистой салфеткой, смоченной спиртом или бензином
	Замыкание между витками обмотки ротора	Проверить, нет ли в обмотке ротора короткозамкнутых витков (подразд. 14.5)
7. Перегрев всей машины или отдельных ее частей:		
а) перегрев всей машины	Перегрузка машины	Проверить сопротивление нагрузки генератора, легкость хода вращаемого механизма и ток, потребляемый двигателем
б) перегрев ротора	Замыкание между витками обмотки ротора или на корпус не менее чем в двух местах	Проверить сопротивление изоляции обмотки ротора относительно корпуса. Проверить, нет ли в обмотке короткозамкнутых витков (подразд. 14.5)
	Скорость вращения ротора генератора ниже номинальной или напряжение выше номинального	Проверить скорость вращения ротора и напряжение генератора

Продолжение

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
в) перегрев обмотки статора	Перегрузка генератора	Проверить ток в нагрузке генератора или сопротивление нагрузки
г) перегрев активного железа статора	Замыкание между пластинами пакета статора или между стяжными болтами и активным железом	Проверить состояние пакета статора (подразд. 14.5). Осмотреть изоляцию стяжных болтов
д) перегрев контактных колец и щеток	Щетки слишком сильно прижаты к кольцам	Проверить нажатие щеток на кольца (подразд. 14.3)
	Замыкание между витками обмотки ротора	Проверить ток возбуждения. Проверить, нет ли в обмотке короткозамкнутых витков (подразд. 14.5)
8. Вибрация машины	Повреждение поверхности колец	Осмотреть и отшлифовать кольца
	Повышенные люфты ротора вследствие износа или неправильной установки подшипников	Проверить осевой люфт ротора и состояние подшипников (подразд. 14.5)

Корпус, подшипниковые щиты и крышки не должны иметь нарушения защитного покрытия, коррозии, трещин, вмятин, забоин и других механических повреждений. На подшипниковых щитах не должно быть даже малозаметных трещин. Винты и гайки должны быть затянуты до отказа.

Коллектор (контактные кольца) должен иметь чистую блестящую поверхность без царапин, дорожек от щеток и следов обгорания. Не допускается западание или выступание пластин и изоляции между ними.

Биение коллектора не должно превышать 0,02—0,04 мм, радиальное биение контактных колец — 0,2 мм. Величину биения определять с помощью стрелочного индикатора, закрепленного на стойке. Для этого ножку индикатора подвести к поверхности коллектора (контактного кольца) перпендикулярно к его образующей. Проворачивая рукой вал машины, заметить максимальное и минимальное показания индикатора. Разность этих показаний дает величину биения. Биения проверять в трех-четырех точках по образующей коллектора.

Биение коллектора машин малой мощности проверять после снятия их с места установки.

Щеткодержатели должны быть установлены правильно. Обойма радиального щеткодержателя должна быть установлена перпендикулярно к поверхности коллектора или колец на расстоянии 2—4 мм от нее. При осмотре щеткодержателей и щеток убедиться в том, что они удовлетворяют требованиям, изложенным в п. 14.5.4.

При проверке упругости пружины щеткодержателя проверить граммометром силу нажатия щеток на коллектор (контактные кольца). Для этого крючок граммометра петлей из нити соединить с деталью, прижимающей щетку к коллектору (кольцу). Нить не должна соприкасаться с неподвижными деталями щеткодержателя. Между щеткой и поверхностью коллектора (кольца) проложить ленту из папиросной бумаги. Оттягивая нить граммометром так, чтобы усилие было направлено по оси щетки, определить силу нажатия в момент, когда лента из папиросной бумаги при легком ее натяжении начнет протаскиваться между щеткой и коллектором (кольцами). Измерения произвести несколько раз и найти среднюю величину.

Для некоторых машин силу нажатия щетки можно найти в справочниках.

Данные о силе нажатия щеток можно определить по удельному давлению щеток из табл. 35. Удельное давление

Таблица 35

Технические характеристики щеток ГОСТ 2332—75, применяемых в электрических машинах

Группа щеток	Марка	Номинальная плотность тока, А/см²	Максимальная окружная скорость, м/с	Удельное давление, гс/см²	Область применения
Графитные	Г3	10—11	25	200—250	Для генераторов и двигателей с облегченными условиями коммутации
	611М	10—12	40	200—250	
Электрографитированные	ЭГ2А	10	45	200—250	Для генераторов и двигателей со средними и затрудненными условиями коммутации и для контактных колец
	ЭГ4	12	40	150—200	
	ЭГ8	10	40	200—400	
	ЭГ14	10—11	40	200—400	
	ЭГ71	10—12	40	200—250	
	ЭГ74	10—15	50	175—250	
Угольнографитные	Т2	6	10	200—250	Для генераторов и двигателей со средними условиями коммутации
Медиографитные	М1	15	25	150—200	Для низковольтных генераторов и контактных колец
	М3	12	20	150—200	
	М6	15	25	150—200	
	М20	12	20	150—200	
	МГ	20	20	180—230	
	МГ2	20	20	180—230	
	МГ4	15	20	200—250	
	МГ64	20—25	25	150—200	
	МГС5	15	35	200—250	

щеток на коллектор должно быть в пределах, приведенных в этой таблице. Чтобы определить, соответствует ли сила нажатия величине удельного давления, требуемого для данной марки щетки, нужно разделить показание граммометра на площадь сечения щетки. Если нажатие пружины невелико (несколько десятков граммов), момент отрыва щетки от поверхности коллектора (кольца) рекомендуется определять с помощью сигнальной лампы или омметра, включенного в цепь проверяемой щетки по методике, изложенной в п. 14.10.2.

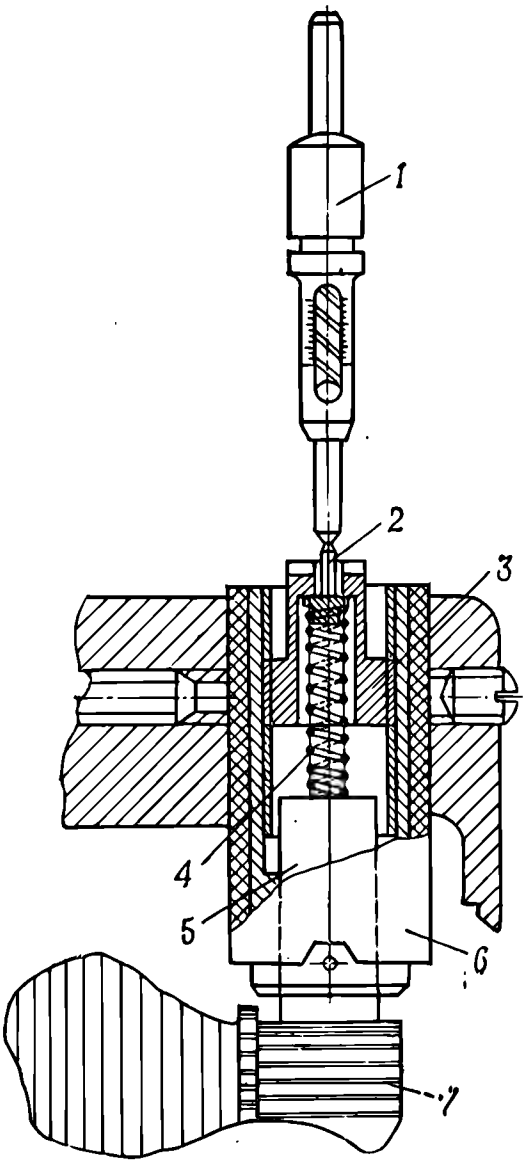


Рис. 159. Измерение силы нажатия щеток серводвигателей типа СЛ и тахогенераторов постоянного тока:
1 — граммометр; *2* — упор пружины; *3* — регулирующая втулка; *4* — пружина щетки; *5* — щетка; *6* — обойма щеткодержателя; *7* — коллектор

В машинах малой мощности нажатие пружины проверять только после снятия машины с места установки.

У серводвигателей типа СЛ и тахогенераторов постоянного тока нажатие щеток измерять граммометром *1* (рис. 159), щуп которого подводить к упору пружины щеткодержателя через отверстие в регулирующей втулке *3*.

Нажатие пружин у машин этого типа окончательно регулировать под номинальной нагрузкой, добиваясь минимального искрения щеток.

Панели с зажимами (клеммные платы) не должны иметь сколов, трещин, нарушающих электрическую прочность, и следов обгорания или пробоя. Зажимы (клеммы) должны быть исправны. Изоляция выводов не должна иметь повреждений. Маркировка выводов должна быть четкой.

Смазку подшипников проверять после снятия крышек, закрывающих подшипники. При этом осмотреть гнезда подшипников и сами подшипники. Смазка должна быть чистой, в гнездах не должно быть излишней смазки. Не допускается выступание смазки в местах крепления крышек и через вентиляционные отверстия.

Легкость вращения якоря в случае необходимо-

сти проверять после разъединения вала машины и приводного двигателя (для генератора) или вращаемого механизма (для двигателя). Вращение якоря от руки должно быть легким, с равномерным усилием, без заеданий и стуков.

14.3.2. Электрическая проверка

Электрическая проверка машины по месту установки включает измерение сопротивления обмоток, сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса и между собой, а также проверку работы машины включением ее под номинальную нагрузку.

Сопротивление обмоток приближенно можно измерять омметром (например, Ц4312, АВО-5М1 и др.).

Сопротивление изоляции измерять, руководствуясь методикой, описанной в п. 14.7.2. Результаты измерения сопротивления изоляции и обмоток должны соответствовать паспортным данным или данным, приведенным в справочниках.

Работу машины проверять включением ее вместе с блоком или узлом, в котором она установлена.

Для проверки работы генератора привести во вращение приводной двигатель и установить номинальное число оборотов. Измерить напряжение генератора, ток нагрузки и частоту. Если генератор трехфазный, проверить симметрию токов и напряжений в фазах, а при необходимости — порядок чередования фаз. Измеренные величины должны соответствовать паспортным данным.

Для проверки работы двигателя подать на его зажимы (на зажимы пусковой схемы) или на блок, в котором он установлен, номинальное напряжение питания и проследить за пуском двигателя.

Прослушать его работу. При нормальной работе не должны прослушиваться повышенное гудение, ненормальные стуки и другие посторонние шумы. На ощупь рукой определить, не перегревается ли электродвигатель. При необходимости проверить ток, потребляемый двигателем.

При проверке внимательно следить за работой машины в целях выявления неисправностей, используя при этом сведения, приведенные в табл. 32—34.

Если доступ к машине затруднен, необходимо по возможности полнее проверить параметры машины.

14.4. РАЗБОРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ

Количество операций по разборке машины зависит от конструкции, назначения машины и ее размеров. Последовательность разборки машин малой и средней мощности в основном одинакова. Перед разборкой машину следует отсоединить от двигателя или механизма.

Снять машину с места, на котором она установлена. Двигатели вентиляторов снимать вместе с крыльчаткой. Разбирать машину рекомендуется на верстаке или столе, а тяжелые машины — на низкой тележке, подставке или в крайнем случае на полу. При разборке руководствоваться основными правилами, изложенными в разд. 4 настоящего Общего руководства.

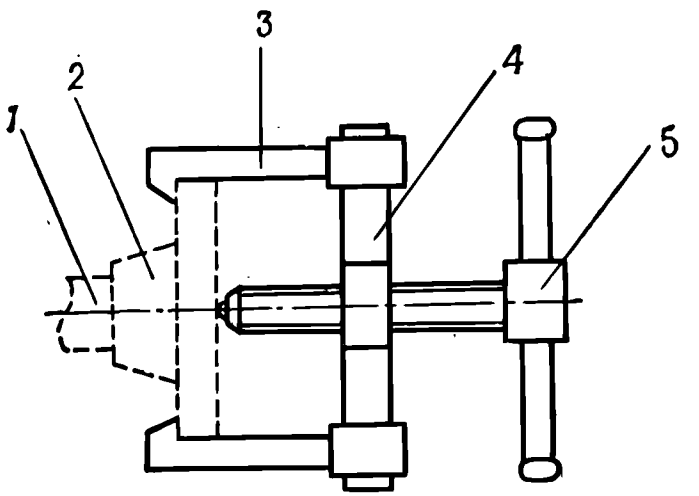


Рис. 160. Съемник:
1 — вал электродвигателя; *2* — полумуфта; *3* — захват; *4* — траверса; *5* — винт

Снять с вала машины детали сочленения с приводным двигателем или вращаемым механизмом. Детали сочленения (полумуфта, шкив, шестерня, крыльчатка вентилятора и др.) устанавливаются на вал машины напряженной или тугой посадкой, поэтому для их снятия требуются съемники. Конструкция съемников может быть самой различной. На рис. 160 показан съемник в виде двух захватов *3*, которые могут скользить по стальной траверсе *4*, имеющей резьбовое отверстие. В отверстие ввинчивается винт *5*, который упирается в конец вала электродвигателя, а лапы захватывают деталь сопряжения.

На рис. 161 показана другая универсальная конструкция съемника. Такой съемник можно применять, если деталь сопряжения имеет два симметричных относительно вала отверстия или три отверстия, расположенных по окружности через 120°. В отверстия детали сопряжения и отверстия на диске съемника вставляются и закрепляются болты. Чтобы съемник можно было применять для снятия деталей сопряжений с различными расстояниями между центрами отверстий, на диске съемника отверстия делают продолговатыми. Вместе с болтами в комплект съемника могут входить захваты; тогда этот съемник может заменить съемник, изображенный на рис. 160.

Разборку машины начинать со снятия переднего подшипникового щита, установленного со стороны коллектора (колец).

Для этого отвести (или вывинтить) щеткодержатель, снять щетки и отсоединить выводы обмоток от панели с зажимами.

Машины, не имеющие коллектора или колец, начинать разбирать со снятия подшипникового щита, установленного со стороны конца вала, не соединенного с механизмом. Ослабить и вывинтить болты, крепящие щит к станине. Во избежание перекоса щита ослаблять болты равномерно. Затем снять щит, поддерживая ротор и не допуская ударов ротора о статор.

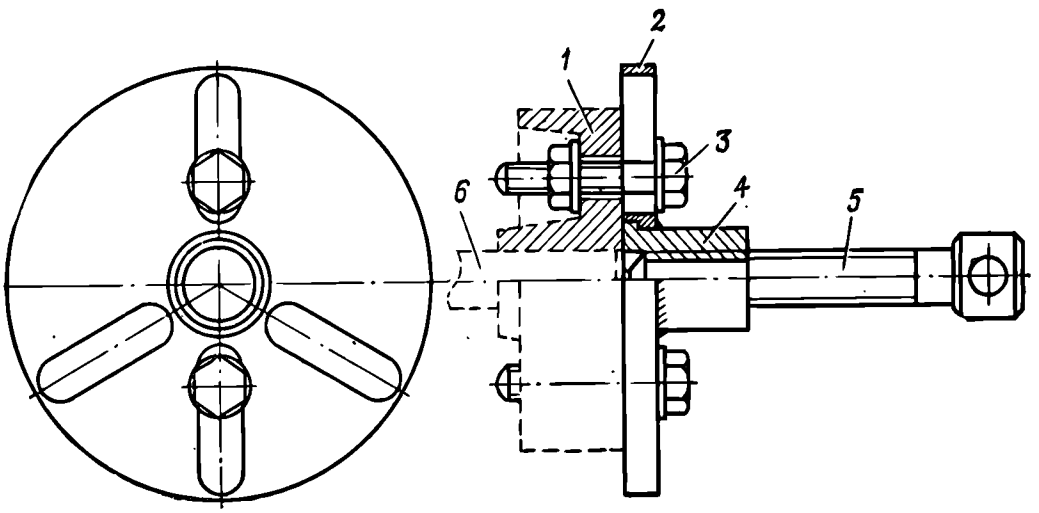


Рис. 161. Съемник:

1 — полумуфта; *2* — диск съемника; *3* — болт; *4* — гайка; *5* — винт; *6* — вал электродвигателя

После снятия переднего щита между ротором и статором проложить лист прессшпана или плотного картона для предохранения активного железа ротора и статора от повреждений при дальнейшей разборке.

Задний щит снимать аналогично переднему. Как правило, наружные кольца шарикоподшипников устанавливаются в гнездах на скользящей посадке, поэтому снятие щитов не требует значительных усилий.

В некоторых машинах наружные кольца шарикоподшипников крепятся с помощью фланцев и крышек. Перед снятием щитов в таких машинах вывинтить шпильки, стягивающие фланцы, или снять крышки.

Передний и задний щиты машин малой мощности во многих случаях крепятся к корпусу машины с помощью стягивающих шпилек, которые проходят снаружи или внутри машины. В таких машинах передний и задний щиты снимают одновременно, после того как будут вывинчены стягивающие шпильки.

После снятия щитов вывести ротор из статора, избегая трения и ударов ротора о статор.

Статор и ротор уложить на подставки.

Шарикоподшипники с вала ротора снимать съемником лишь в случае необходимости подробной проверки, замены подшипников или повреждений шеек вала.

После разборки все узлы и детали прочистить, из гнезд подшипников удалить старую смазку. Затем узлы и детали машины подвергнуть внешнему осмотру и электрической проверке.

14.5. РЕМОНТ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ ПОСЛЕ РАЗБОРКИ

Неисправности механических узлов и деталей машины определять внешним осмотром и механической проверкой, а токоведущих частей машины — внешним осмотром и электрической проверкой.

14.5.1. Внешний осмотр и электрическая проверка обмотки статора

При внешнем осмотре проверить состояние наружной изоляции статорных катушек и выводов. Изоляция не должна иметь механических повреждений, следов пробоя и обгораний, а также растрескивания слоя защитного лака. Места соприкосновения катушек с железом статора должны быть надежно изолированы.

При электрической проверке проверить:

сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса и других обмоток;

сопротивление обмотки.

Сопротивление изоляции обмоток измерять, руководствуясь методикой, описанной в п. 14.7.2. В трехфазной статорной обмотке сопротивление измерять между каждой парой выводов обмотки. Допустимые отклонения величин измеряемых сопротивлений приведены в справочнике.

14.5.2. Внешний осмотр и электрическая проверка обмотки ротора якоря

При внешнем осмотре обмотки ротора (якоря) проверить состояние изоляции лобовых частей обмотки, обратив особое внимание на состояние изоляции обмотки в местах вывода к коллектору (контактным кольцам) и на надежность паек выводов секций к петушкам (шлицам) коллекторных пластин или к выводам контактных колец. В местах пайки не должно быть излишков припоя, могущих вызвать замыкание между пластинами. Провод обмотки в пазах должен быть надежно укреплен клиньями. Наиболее часто изоляция обмотки повреждается в местах выхода секций из пазов ротора, поэтому следует тщательно проверять состояние изоляции в этих местах, исправность бандажей и плотность их укладки.

При электрической проверке проверить:

сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса;

сопротивление обмотки;

нет ли замыканий между витками.

Сопротивление изоляции и обмоток измерять, руководствуясь методикой, описанной в пп. 14.7.1. и 14.7.2.

При обнаружении замыкания обмотки на корпус определить место замыкания. В коллекторных машинах определять место замыкания, пользуясь схемой, показанной на рис. 162. Источ-

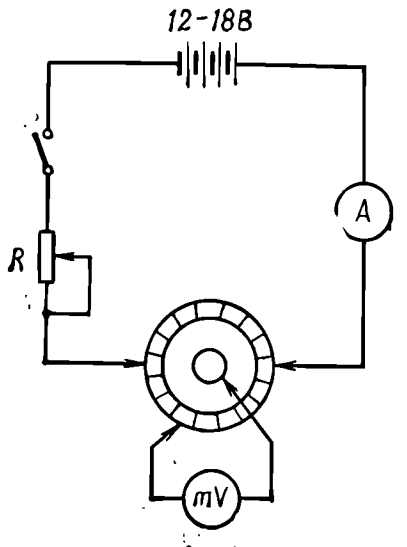


Рис. 162. Схема определения места замыкания обмотки якоря машины постоянного тока на корпус:

R — реостат на 100—200 Ом; А — амперметр кл. 2,5 с пределом измерений 10 А; *mV* — милливольтметр кл. 2,5 с пределом измерений 50 мВ

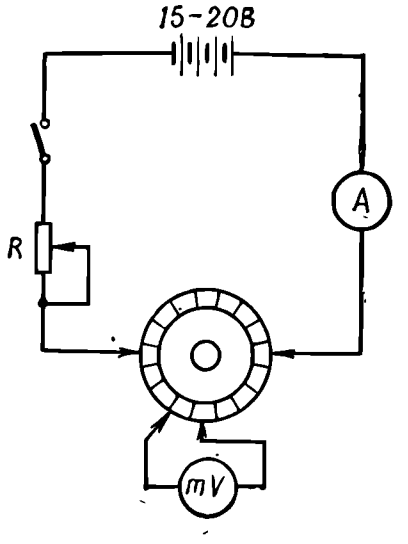


Рис. 163. Схема проверки обмотки якоря машины постоянного тока методом падения напряжения:

R — реостат на 100—200 Ом; А — амперметр постоянного тока кл. 2,5 с пределом измерений 10 А; *mV* — милливольтметр постоянного тока кл. 2,5 с пределом измерений 50 мВ

ником постоянного тока может служить аккумуляторная батарея напряжением 12—18 В. Напряжение подвести к диаметрально противоположным пластинам коллектора в якоре с петлевой обмоткой или к пластинам, расположенным на расстоянии одного полюсного деления в якоре с волновой обмоткой. Ток обмотки регулировать реостатом *R*. Ток не должен превышать 5—10 А. Милливольтметром измерить падение напряжения между корпусом якоря и пластиной коллектора. Падение напряжения между пластиной, соединенной с секцией, замкнутой на корпус, и корпусом будет наименьшим. Падение напряжения между пластинами коллектора измерять вольтметром (Ц4312, АВО-5М1 и т. п.), включая его вначале на предел измерения 15—30 В, а затем переключая на более низкие пределы.

Обрывы или замыкания между витками обмотки якоря коллекторной машины отыскивать методом падения напряжения (рис. 163).

В случае обрыва в одной из секций обмотки падения напряжения между всеми парами соседних пластин данной параллельной ветви будут равными нулю, а падение напряжения между пластинами, к которым выведена поврежденная секция, будет равно приложенному напряжению. Поэтому вначале вольтметром с пределом измерения на 30 В нужно бегло проверить напряжение между пластинами. Убедившись в отсутствии обрывов в обмотке, милливольтметром измерить падение напряжения между каждой парой соседних пластин коллектора. В исправной обмотке падения напряжения между любой парой коллекторных пластин не должны отличаться больше чем на 10%. Между пластинами, соединенными с секцией, имеющей замыкание между витками, падение напряжения будет понижено по сравнению с другими парами пластин.

Замыкание между витками в трехфазной обмотке ротора можно обнаружить, подведя к кольцам ротора трехфазное пониженное (25—30% номинального) напряжение и измерив линейные токи. Если показание амперметра в одной фазе при соединении фаз звездой больше, чем показания амперметра в двух других фазах, значит, в фазе, по которой проходит больший ток, имеются замыкания между витками. При соединении фаз треугольником поврежденная фаза обнаружится по повышенному показанию амперметра, измеряющего ток в проводах, между которыми включена эта фаза.

14.5.3. Внешний осмотр и электрическая проверка коллектора (контактных колец)

Неисправности коллектора (контактных колец) определять внешним осмотром, механической и при необходимости электрической проверками.

При внешнем осмотре проверить состояние рабочей поверхности коллектора (контактных колец), которая должна быть чистой, блестящей, однородного цвета, без царапин, дорожек от щеток и следов подгорания. Коллектор не должен иметь выступающих или западающих пластин, а также выступающей изоляции между пластинами. Запрессовка пластин должна быть достаточно плотной. Плотность запрессовки проверяется легкими ударами медного молотка по коллектору. У хорошо запрессованного коллектора звук должен быть звонкий.

При осмотре контактных колец обратить внимание на состояние изоляции между кольцами. Изоляция не должна иметь трещин, сколов и следов подгорания или поверхностного пробоя.

Выводные пластины колец не должны быть отогнуты или сломаны.

При механической проверке коллектора (контактных колец) измерить его радиальное биение. Для этого

ротор установить в центрах токарного станка (или в настольных центрах). Биение измерять индикатором.

Допустимая величина радиального биения для коллектора — 0,02—0,04 мм, для контактных колец — 0,2 мм.

Электрическую проверку коллектора производить в случае, если при электрической проверке обмотки якоря обнаружены замыкания на корпус. Перед проверкой отпаять выводы секций от пластин коллектора и пометить их бирками. Затем измерить сопротивление изоляции пластин относительно корпуса и между собой.

Если обнаружено замыкание пластин коллектора на корпус, перебрать или заменить коллектор.

14.5.4. Внешний осмотр щеткодержателей и щеток

Дефектацию щеткодержателей и щеток производить внешним осмотром.

При осмотре щеткодержателей открытого типа проверить состояние корпуса щеткодержателей, обоймы и пружины.

Корпус щеткодержателей должен быть прочно закреплен на пальце и не должен иметь погнутостей и забоин, нарушающих правильность его установки. Обойма щеткодержателя не должна иметь механических повреждений, затрудняющих свободное перемещение в ней щетки. Щетка должна скользить в обойме свободно, но без качки. Допустимый зазор между щеткой и стенкой обоймы (слабина щетки) 0,2—0,3 мм.

Токопроводящие жгутики также не должны препятствовать свободному перемещению щетки в обойме. Пружина щеткодержателя должна обладать достаточной упругостью. Упругость пружины проверяется измерением давления щеток на коллектор (кольца).

Силу нажатия щетки в машинах малой мощности измерять, руководствуясь методикой, описанной в п. 14.3.1.

При осмотре щеткодержателей закрытого типа проверить состояние резьбы колпачка щеткодержателя и нет ли сколов и трещин на колпачке.

У серводвигателей типа СЛ и тахогенераторов постоянного тока проверить состояние резьбы обоймы и нажимной гайки.

При осмотре щеток проверить состояние их рабочей поверхности. Щетки должны быть тщательно пришлифованы к коллектору (кольцам) и иметь блестящую, без царапин, сколов и раковин рабочую поверхность. Износ щеток по высоте допускается не более чем на 25—30% от номинального размера. Токопроводящие жгутики должны быть надежно закреплены в щетках и не должны иметь обрывов жил.

Использование в одной машине щеток разных марок и размеров не допускается.

14.5.5. Внешний осмотр пакетов статора и ротора

При осмотре пакетов статора и ротора проверить их прессовку. Листы пакета должны плотно прилегать друг к другу, стяжные шпильки (болты) должны быть затянуты до отказа. На поверхности пакета не должно быть коррозии, забоин, заусенцев и следов трения ротора о статор. Разъемные полюсы должны быть прочно прикреплены к ярму.

14.5.6. Внешний осмотр механических частей

При отыскании неисправностей механических частей произвести внешний осмотр вала ротора, станины, подшипниковых щитов, крышек, фланцев и крепежных деталей.

Если при осмотре потребовалось снять с вала шарикоподшипники, то при осмотре вала ротора особое внимание обратить на состояние шеек вала. На шейках не должно быть коррозии, раковин, забоин, задирин и других механических повреждений. Эксцентриситет и овальность шеек проверять стрелочным индикатором при установке ротора в центрах токарного станка. Эта проверка производится только при полной исправности центровых отверстий вала (отсутствие забоин, смятия металла и т. п.). Допустимая овальность шеек 0,2% от диаметра вала. В случае большего износа шеек или погнутости самого вала, о чем свидетельствует эксцентриситет шеек, машину направить в капитальный ремонт.

При осмотре станины, подшипниковых щитов, крышек и фланцев проверить, не нарушен ли слой защитных покрытий, нет ли коррозии, трещин, вмятин, забоин и других механических повреждений, могущих повлечь за собой нарушение нормальной работы машины. Особенно внимательно проверить, нет ли трещин в подшипниковых щитах и фланцах и каково состояние посадочных поверхностей названных частей.

Крепежные детали не должны иметь забитой резьбы или срыва ее; головки винтов — развороченных шлицев; гайки и шестигранные головки болтов и винтов — смятых граней.

14.6. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И СБОРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ

14.6.1. Устранение неисправностей механических частей

Устранение неисправностей коллекторов и контактных колец сводится к шлифовке их поверхности, продороживанию коллекторов и подтягиванию их.

При наличии мелких царапин, нагара и темных пятен поверхность коллектора (контактных колец) прошлифовать. Шлифовку коллектора (контактных колец) производить мелкой стеклянной шкуркой, натянутой на деревянную колодку

(рис. 164), имеющую вырез по диаметру коллектора (контактного кольца), на ходу машины или при установке якоря (ротора) на токарном станке. При этом частота вращения шпинделя станка должна быть 250—300 об/мин. При шлифовке коллектора на ходу машины не допускается применение наждачной или карборундовой шкурки во избежание попадания абразивной пыли в подшипники.

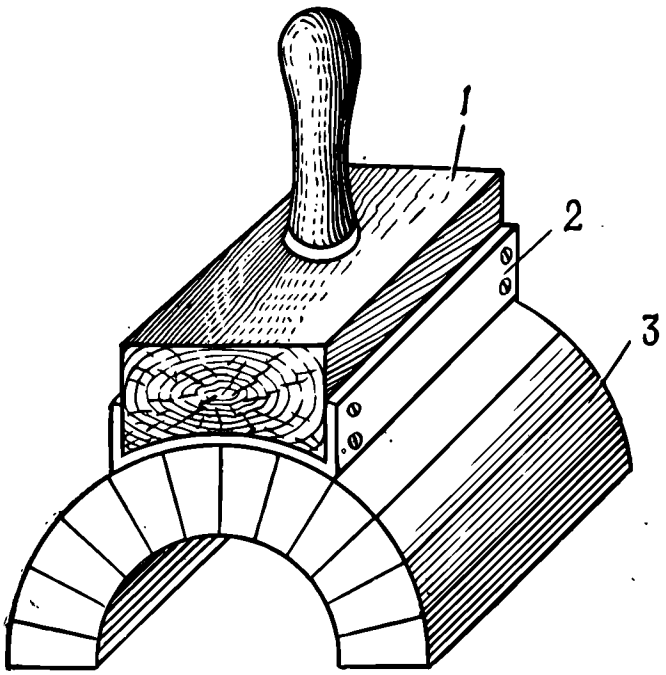


Рис. 164. Колодка для шлифовки коллектора:
1 — колодка; *2* — стеклянная шкурка ГОСТ 6456—75; *3* — коллектор

Окончательная шлифовка коллекторов производится при работающей машине искусственной мелкозернистой пемзой, нанесенной на войлок или фетр, натянутый на колодку. Колодку нужно прижимать к коллектору между щетками. При этом одновременно происходит пришлифовка рабочей поверхности щеток.

После шлифовки коллектор (контактные кольца) и щеткодержатели со щетками очистить от пыли мягкой волосяной щеткой и продуть сжатым воздухом.

Если между пластинами коллектора выступает миканитовая изоляция, удалить ее, продорожив коллектор ручной пилкой или на токарном станке.

Ручную пилку (рис. 165) изготовить из ножовочного полотна, обточенного на наждачном круге до толщины, равной толщине изоляции между пластинами или на 0,05—0,1 мм больше. При продороживании пилку водить по линейке, уложенной параллельно краю пластины. При этом выпилить весь миканит на глубину 0,5 мм для машин мощностью менее 5 кВт, 1 мм —

для машин мощностью 5—20 кВт и 1,5 мм — для машин мощностью свыше 20 кВт. Затем шабером или бархатным напильником снять фаски под углом 45° с краев пластин на ширину 0,5 мм (рис. 166).

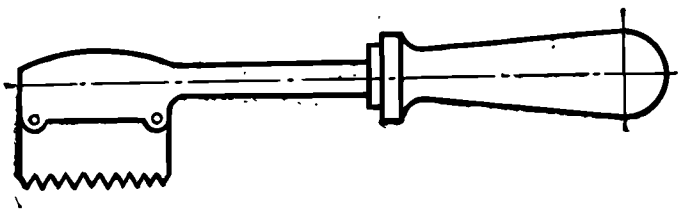
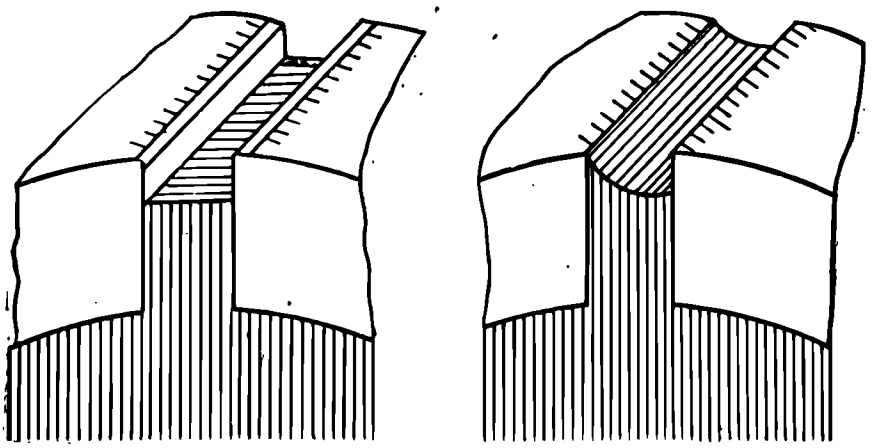


Рис. 165. Ручная пилка для продорожи-вания коллектора

После продороживания прошлифовать коллектор способом, описанным выше.

Пришлифовку щеток производить при наличии незначительных сколов, царапин и других мелких повреждений; рабочие поверхности щеток необходимо пришлифовать к кол-



а *б*

Рис. 166. Продороживание коллектора:
а — правильно; *б* — неправильно

лектору (кольцам) стеклянной шкуркой после установки щеток в щеткодержатели. Применять карборундовую или наждачную шкурку не рекомендуется.

Пришлифовку начинать крупнозернистой шкуркой, переходя к более мелкой. При этом шкурка должна прилегать к поверхности коллектора (контактного кольца) обратной стороной (рис. 167). Шкурку протягивать только в направлении вращения машины, а для реверсивных машин — в обоих направлениях.

При шлифовке щетки должны прижиматься только пружиной щеткодержателя. Прижимать щетки рукой запрещается.

После пришлифовки коллектор и щеткодержатели со щетками очистить от пыли мягкой волосяной щеткой и продуть сжатым воздухом.

Окончательную пришлифовку щеток производить при работе машины под нагрузкой. При этом рабочая поверхность щеток должна быстро становиться блестящей.

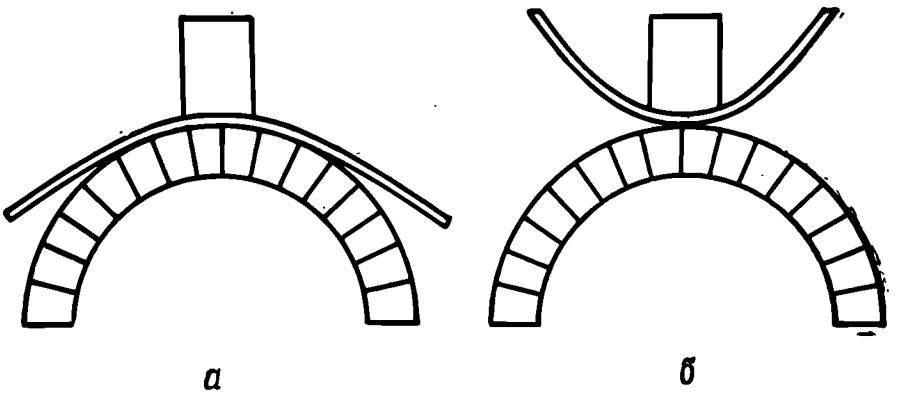


Рис. 167. Пришлифовка щеток:
а — правильно; *б* — неправильно

Металлические щетки, применяемые в некоторых машинах, в случае повреждения их поверхности опилить личным напильником. Хорошее прилегание металлической щетки к коллектору (контактному кольцу) восстановить опиловкой личным, а затем бархатным напильником.

Замену негодных или изношенных щеток, а также щеток с поврежденной арматурой (обрыв жил токопроводящих жгутиков, выкрашивание щетки в месте крепления жгутика) заменять комплектно новыми соответствующих марок, предусмотренных для данной машины. Если щеток требуемой марки нет, разрешается устанавливать щетки других марок, близкие по параметрам к требуемым. Щетки выбирать, пользуясь данными табл. 35.

Щетки требуемых марок, но большие по размеру можно пригонять путем опиловки личным напильником.

Порядок замены щеток:

вывернуть пластмассовые пробки и регулировочные втулки;

вынуть из обойм заменяемые щетки;

осмотреть новые щетки и убедиться, что нет повреждений;

вставить новые щетки в обоймы, щетки должны входить в обоймы свободно и выпадать под действием собственной массы.

Перед началом работы электрической машины с замененными щетками произвести притирку щеток в течение 8 ч при работе машины на холостом ходу (при этом для машины с последовательным возбуждением установить напряжение таким, чтобы скорость вращения была номинальной).

Притирка щеток считается удовлетворительной, если искрение при номинальной нагрузке не превышает $1\frac{1}{2}$ балла (слабое

искрение под сбегающим краем щетки). Характеристики степени искрения щеток по ГОСТ 183—74 приведены в табл. 36.

Таблица 36

Характеристики степени искрения щеток

Степень искрения (класс коммутации)	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Отсутствие искрения (темная коммутация)	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках
$1^1/_4$	Слабое точечное искрение под небольшой частью щетки	
$1^1/_2$	Слабое искрение под большей частью щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легко устраняемых протиранием поверхности коллектора бензином, а также следов нагара на щетках
2	Искрение под всем краем щетки допускается только при кратковременных толчках нагрузки и перегрузки	Появление следов почернения на коллекторе, не устраняемых протиранием поверхности коллектора бензином, а также следов нагара на щетках
3	Значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных и вылетающих искр. Допускается только для моментов прямого (без реостатных ступеней) включения или реверсирования машин, если при этом коллектор и щетки остаются в состоянии, пригодном для дальнейшей работы	Значительное почернение на коллекторе, не устраняемое протиранием поверхности коллектора бензином, а также подгар и разрушение щеток

По мере срабатывания щеток необходимо давление щеток на коллектор регулировать регулировочными втулками. Давление щеток должно быть в пределах, указанных в Справочнике.

Устранение неисправностей щеткодержателей сводится к правке погнутых деталей щеткодержателя или к их замене.

Погнутость корпуса или обоймы щеткодержателя исправлять правкой. Править обоймы клиновой оправкой, один из концов которой служит шаблоном, заменяющим щетку и выполненным по ее размерам. Щеткодержатели, имеющие трещины, надломы корпуса или обоймы, заменять новыми.

При пониженном давлении щетки на коллектор (кольцо) осмотреть пружину. Сломанную или потерявшую упругость спиральную пружину заменить новой из ЗИП или изготовленной по образцу из стальной пружинной проволоки ГОСТ 1071—67. Если давление пружины регулируется, попытаться поджать ее до получения требуемого давления щетки.

Устранение неисправностей станин, подшипниковых щитов и крышек сводится к заварке трещин, удалению коррозии, задирин и заусенцев на посадочных поверхностях и восстановлению нарушенных защитных покрытий.

Перед заваркой конец трещины засверлить сверлом диаметром 3—5 мм. Диаметр сверла выбирать в зависимости от величины трещины и размеров детали. Трещины в чугуне заваривать чугунным электродом с предварительным нагревом детали или медным электродом в холодном состоянии. Забоины, задирины и заусенцы с посадочных поверхностей удалить острым шабером или напильником. Зачищенную поверхность после этого отшлифовать шкуркой зернистостью № 16, 20 или 25.

Значительно изношенные или поврежденные посадочные поверхности восстанавливать при капитальном ремонте машины.

Защитные лакокрасочные покрытия восстанавливать, руководствуясь указаниями разд. 21.

Коррозию с нерабочих поверхностей деталей удалять вручную металлической щеткой и шлифовальной шкуркой зернистостью № 100—125 ГОСТ 5009—75 с последующим нанесением противокоррозионного лакокрасочного покрытия, а с посадочных поверхностей — шлифовальной шкуркой зернистостью № 16—20, 25 или более мелкой. С детали, имеющей форму тела вращения, коррозию рекомендуется удалять на токарном станке.

Перед удалением коррозии с торцовой поверхности пакета статора (полюсов) или ротора предварительно снять с очищаемой поверхности слой защитного лакового покрытия, для чего протереть ее ветошью, слегка смоченной ацетоном.

При этом следует избегать попадания ацетона на изоляцию обмоток. С очищенной от лака поверхности коррозию удалить шлифовальной шкуркой зернистостью № 100—120. После этого поверхность пакета очистить от пыли мягкой волосяной щеткой, продуть сжатым воздухом, протереть ветошью, смоченной бензином, и покрыть тонким слоем грунта ГФ-021.

14.6.2. Устранение неисправностей обмоток

В обмотках полюсов электрических машин постоянного тока могут быть следующие неисправности:

общее понижение сопротивления изоляции вследствие ее старения или длительного пребывания в условиях повышенной влажности;

обрыв провода обмотки;

замыкание между витками;

короткое замыкание витков обмотки на корпус вследствие повреждения или пробоя изоляции.

В случае понижения сопротивления изоляции обмоток машину следует просушить способом, описанным в п. 14.6.3.

Неисправности обмоток полюсов машин постоянного тока с поврежденным наружным слоем изоляции катушки (без повреждения изоляции провода) можно восстановить без перематывания. Для этого снять катушку со статора, обвернуть поврежденное место киперной лентой в один слой, покрыть электроизоляционным лаком, после чего просушить (разд. 18).

В обмотках якорей электрических машин постоянного тока кроме перечисленных выше возможны следующие неисправности:

плохой контакт в местах пайки выводов секций к пластинам коллектора;

замыкания между секциями, обусловленные замыканиями между пластинами коллектора.

Контакт в местах пайки выводов секций к пластинам коллектора восстанавливать путем прогрева паек паяльником с небольшим количеством канифоли до полного расплавления припоя.

Замыкания между секциями, обусловленные замыканиями между пластинами коллектора, могут быть вследствие неаккуратной пайки или загрязнения пазов между пластинами угольно-медной пылью от щеток. В первом случае удалить наплывы припоя в местах пайки, во втором — протереть коллектор чистой ветошью, смоченной бензином, а в случае надобности продорожить коллектор.

14.6.3. Сушка обмоток

Изоляционные материалы, применяемые для изоляции обмоток электрических машин, должны быть влагостойкими и обладать электрической прочностью и сопротивлением изоляции, обеспечивающими безаварийную работу электрических машин.

Сушку обмоток электрических машин проводить при понижении их сопротивления изоляции. Отсыревание изоляции сильно понижает ее сопротивление и электрическую прочность

и может привести к выводу машины из строя со значительными повреждениями обмоток.

Для предотвращения поглощения изоляцией влаги из окружающей среды обмотки пропитывают электроизоляционными влагостойкими лаками. Однако пропитка не может полностью исключить возможность отсыревания изоляции или осаждения влаги на поверхности обмотки.

Для удаления влаги, имеющейся в изоляции, обмотки машин надо просушить горячим воздухом, инфракрасными лучами (сушка внешним нагревом) или током, пропускаемым через обмотки (сушка током).

Сушка обмоток внешним нагревом описана в п. 18.2.1.

Сушка обмоток током может производиться от постоянного источника или током, выработанным в самой обмотке (для генераторов). При этом необходимо вести постоянный контроль за температурой обмоток во избежание их перегрева и порчи изоляции. Температура обмоток измеряется только спиртовым термометром и не должна превышать 70°С. Применение ртутных термометров не допускается, так как показания их будут завышенными вследствие индуктирования вихревых токов в ртути. При измерении температуры резервуар («шарик») термометра нужно обвернуть тонкой алюминиевой или медной фольгой и прижать к обмотке. Снаружи фольгу прикрыть ватой или войлоком для защиты от охлаждения наружным воздухом. Термометры должны быть надежно укреплены на машине. Температуру при сушке следует повышать медленно во избежание перегрева внутренних частей машины. С этой целью рекомендуется начинать сушку при уменьшенных значениях тока, затем постепенно увеличивать его до 60—70% номинального.

Сушку контролировать измерением (мегаомметром на 500 В) сопротивления изоляции не реже одного раза в час при отключенных проводах питания. В начале сушки при повышении температуры сопротивление изоляции обычно понижается до некоторого определенного предела (рис. 168). По мере высыхания сопротивление исправной изоляции растет и, достигнув некоторой величины, при дальнейшей сушке остается неизменным.

Сушку прекратить тогда, когда величина сопротивления изоляции в течение 3—6 ч будет оставаться неизменной или незначительно возрастет (на единицы процентов). Средняя продолжительность сушки малых и средних машин 10—20 ч.

Сильно отсыревшие машины с сопротивлением изоляции ниже 0,4 МОм сушить током не разрешается, так как при этом возможно электрическое разрушение изоляции.

При сушке машин постоянным током во избежание пробоя изоляции индуктированным напряжением включение и выключение производить при напряжении, составляющем не более

30% напряжения, при котором сушится машина. Повышать напряжение после включения и понижать его перед выключением нужно плавно.

Сушку обмоток машин постоянного тока производить от постороннего источника или током короткого замыкания.

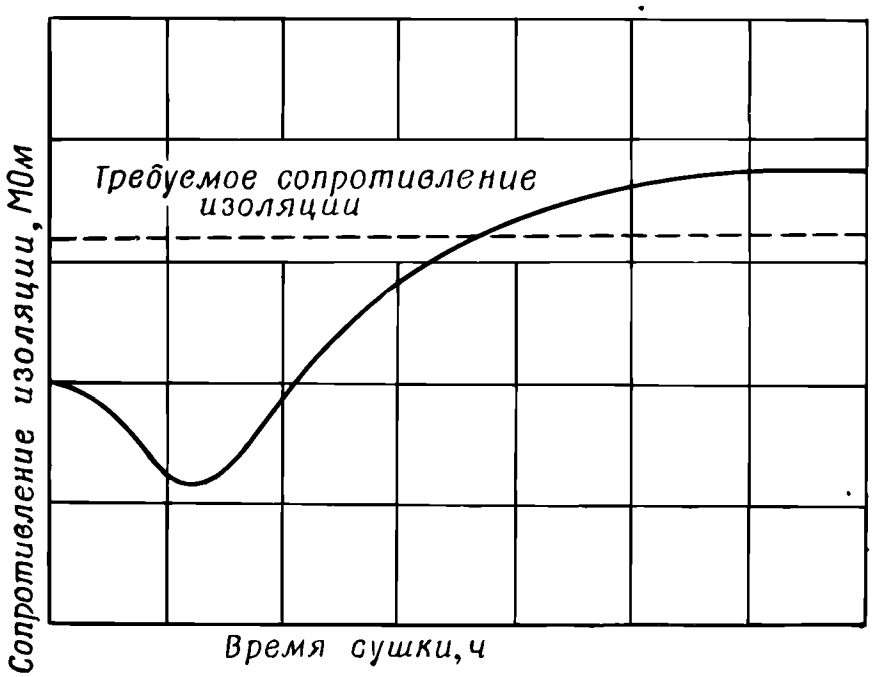


Рис. 168. График зависимости сопротивления изоляции от времени сушки

В первом случае через обмотки якоря и дополнительных полюсов пропускать постоянный ток, составляющий 50—60% номинального. При этом источник должен иметь напряжение, равное 15—20% номинального. Для предупреждения порчи щеток и коллектора под щетки подкладывать прокладки из медной фольги или медленно проворачивать якорь.

Обмотки возбуждения сушить так же, но от отдельного источника тока.

Сушку током короткого замыкания производить в генераторном режиме. При этом цепи якоря и дополнительных полюсов замкнуть через выключатель, амперметр и предохранитель. Если имеется последовательная обмотка, то отключить ее. Затем якорь привести во вращение; изменением числа оборотов якоря и сдвигом щеток установить ток короткого замыкания, равный 50—60% номинального. Если величина тока окажется недостаточной, машину слегка подмагнитить, пропуская через параллельную обмотку возбуждения ток от источника 2—5 В.

Сушку обмоток асинхронных двигателей током можно производить как в собранном, так и в разобранном двигателе.

В собранном двигателе сушить обмотки переменным током нужно при замкнутом и заторможенном роторе. Напряжение на статоре должно быть равно 15—20% номинального. При сушке от однофазной сети фазы обмотки статора соединить последовательно. Если так включить обмотки невозможно, то в случае соединения трехфазной обмотки треугольником подключать к сети выводы обмотки попарно, периодически меняя подключаемые выводы для равномерного прогрева всей обмотки. Если обмотки соединены звездой, подключать один провод к одному из выводов обмотки, а другой — к двум другим выводам, также периодически меняя все эти выводы.

Напряжение на статор подавать от регулируемого источника напряжения. Величина тока в обмотке не должна превышать 50—70% номинального.

Для сушки разобранной машины переменным током напряжение, равное 15% номинального, подать отдельно на статор и фазный ротор.

Для сушки постоянным током все обмотки двигателя соединить последовательно и подключить к источнику постоянного тока, обеспечивающему ток в обмотке, равный 50—60% номинального. Напряжение источника должно быть равно 15—20% номинального. При невозможности последовательного включения обмоток сушку производить способом, описанным выше.

Сушку обмоток синхронных машин производить от посторонних источников постоянного или переменного тока или током короткого замыкания (для генераторов).

Сушить обмотки постоянным током нужно при неподвижном роторе от регулируемого источника. Обмотки при этом соединить последовательно или подключать поочередно, как описано выше. Величина тока не должна превышать 60—70% номинального.

Сушку переменным током производить при питании статора от источника питания, обеспечивающего ток в обмотке, равный 60—70% номинального, и при неподвижном роторе. Напряжение источника должно быть равно 15—20% номинального.

При питании от однофазной сети фазы статора подключать последовательно или поочередно, как описано выше.

Сушку генераторов током короткого замыкания производить при замкнутом накоротко статоре, причем во все три фазы статора должны быть включены амперметры. Приведя генератор во вращение, регулировать ток в статоре изменением возбуждения. При этом токи в фазах должны быть равны.

При значительном неравенстве токов в фазах сушку необходимо прекратить во избежание повреждений обмоток. Сушку

начинать при величине тока статора, равной 50% номинальной, плавно увеличивая ток. Величина тока в статоре не должна превышать номинальную.

14.6.4. Намагничивание генераторов постоянного тока

Генератор постоянного тока должен возбуждаться при замыкании цепей питания его обмоток. При разомкнутой цепи возбуждения стрелка вольтметра, подсоединенного к зажимам генератора, должна отклоняться, свидетельствуя тем самым о наличии остаточного магнетизма в активном железе.

Отсутствие напряжения на зажимах генератора постоянного тока при разомкнутой цепи возбуждения свидетельствует об отсутствии в активном железе остаточного магнетизма, вследствие чего генератор не возбуждается. Размагниченный генератор должен быть заново намагничен от постороннего источника тока.

Для намагничивания генераторов необходимо:

в генераторах с параллельным возбуждением к обмотке возбуждения подвести постоянное напряжение от постороннего источника питания, например от аккумуляторной батареи. С помощью реостата установить в обмотке ток, равный 50—60% номинального тока возбуждения. Ток пропускать через обмотку в течение нескольких минут, после чего источник питания отключить. Включение и выключение напряжения производить при полностью введенном реостате во избежание индуктирования ЭДС значительной величины и пробоя изоляции обмотки;

в генераторах с последовательным возбуждением обмотку возбуждения отключить от якоря и в течение нескольких минут пропускать через нее ток от постороннего источника питания, равный 50—60% номинального. Так как сопротивление последовательной обмотки возбуждения обычно бывает мало, последовательно с ней включить реостат для ограничения и регулировки тока.

Если после намагничивания генератор не возбуждается, поменять местами концы обмотки возбуждения или вновь намагнитить его с противоположной полярностью.

14.6.5. Сборка электродвигателей и генераторов

Качество сборки во многом определяет эксплуатационные качества машины и надежность ее работы. Поэтому сборочные работы нужно выполнять тщательно, с соблюдением последовательности операций и правил сборки, изложенных в разд. 4.

Напрессовку подшипников производить легкими ударами молотка по трубе, диаметр которой соответствует диаметру внутреннего кольца подшипника. При напрессовке избегать повреждений шеек вала и перекоса подшипников.

После сборки всех основных узлов установить ротор в статор и поставить на место подшипниковые щиты. В малых машинах передний подшипниковый щит установить на ротор до установки его в статор. Подшипник ротора устанавливать в гнездо щита при вертикальном положении ротора, слегка постукивая медным молотком по концу вала. Затем ротор в сборе с передним щитом осторожно, чтобы не повредить активного железа, установить в статор. Передний щит закрепить на статоре, после чего установить задний подшипниковый щит. При установке тяжелых роторов статор изнутри выложить листами прессшпана или плотного картона.

В больших машинах вначале установить задний подшипниковый щит, который должен достаточно плотно садиться на центрирующие штифты статора. При установке щита равномерно подтягивать все болты (винты) крепления щита к станине. Затем ротор установить в статор, поставить на место и прижать болтами передний подшипниковый щит. Смазать подшипники, установить щеткодержатель со щетками и отрегулировать давление щеток.

При сборке **запрещается** ударять стальным молотком по поверхности деталей во избежание забоин и смятия металла.

После сборки проверить:

легкость и равномерность вращения ротора; тугое вращение и заедание указывают на перекос подшипников или подшипниковых щитов в результате неправильной сборки;

зазор между ротором и статором; величину воздушного зазора измерять с помощью щупов в четырех сдвинутых одна от другой на 90° точках по окружности статора с обеих сторон его расточки; измерив величины зазора, вычислить его среднее арифметическое значение; каждая из измеренных величин воздушного зазора не должна отличаться от среднего арифметического значения более чем на 10%.

осевую шаткость ротора; величина осевой шаткости не должна превышать значений, приведенных для шарикоподшипников. Повышенная осевая шаткость, обусловленная износом посадочных мест под подшипники, может быть устранена путем установки прокладок из медной фольги в гнезда крышек под наружные кольца подшипников. Отсутствие осевой шаткости указывает на неправильную сборку машины.

После проверки качества механической сборки выводы обмоток присоединить к панели в соответствии с маркировкой зажимов; в машинах постоянного тока после этого установить щетки на нейтраль.

У машин с дополнительными полюсами щетки должны также находиться строго на нейтрали. Способ установки щеток по заводским рискам на траверсе и подшипниковом щите недостаточно точен, поэтому устанавливать щетки на нейтраль рекомендуется одним из следующих методов:

а) метод наибольшего напряжения генератора. Генератор привести во вращение на холостом ходу с постоянным числом оборотов при независимом и постоянном возбуждении. Щетки передвигать до тех пор, пока вольтметр, подключенный к зажимам якоря, не покажет наибольшего напряжения. Это положение щеток соответствует нахождению их на нейтрали;

б) метод двигателя. Нагруженный двигатель пустить в ход и измерить тахометром скорость вращения якоря. Затем, не изменяя положения щеток, изменить полярность питающего напряжения и пустить двигатель в другом направлении вращения. Для определения нейтрали передвигать щетки до тех пор, пока скорость вращения якоря не будет одинакова при обоих направлениях вращения. При этом подводимое напряжение и величина тока возбуждения должны быть строго неизменны в течение всей регулировки;

в) индуктивный метод. К обмотке возбуждения неподвижной машины подвести постоянный ток от постороннего источника питания с напряжением 8—12 В. К зажимам якоря присоединить милливольтметр на 45—60 мВ с добавочным сопротивлением для напряжения 1,5—3 В. Желательно иметь милливольтметр с двусторонней шкалой и нулем посередине. При замыкании и размыкании цепи возбуждения в якоре будет индуктироваться напряжение и стрелка милливольтметра начнет отклоняться в ту или другую сторону в зависимости от положения щеток. При этом щетки передвигать до тех пор, пока при включении и выключении тока возбуждения стрелка милливольтметра не перестанет отклоняться. После этого снять добавочное сопротивление и уточнить положение щеток по отсутствию отклонений стрелки милливольтметра. Это положение и соответствует нахождению щеток на нейтрали. Данный метод является наиболее точным. После установки щеток на нейтраль полностью собранную машину при необходимости окрасить.

14.6.6. Сборка схемы и подсоединение выводов обмоток к панели электромашинного усилителя (ЭМУ)

Большое количество обмоток и выводных концов в электромашинном усилителе вызывает необходимость после ремонта тщательно проверить схемы соединений обмоток и их полярность.

Если выводы обмоток имеют бирки, то выводы подключить к контактным щиткам в соответствии с маркировкой на бирках, в противном случае выводы обмоток следует замаркировать.

Обмотки управления удобнее всего маркировать следующим образом:

подключить одну из обмоток управления к источнику постоянного тока через реостат и установить такой ток, чтобы при вращении ротора можно было измерить напряжение на выходе электромашинного усилителя;

обозначить концы обмоток знаками «+» и «—» в соответствии с полярностью источника питания;

по отклонению вольтметра, подключенного к выходным выводам ЭМУ, определить полярность выходных зажимов усилителя и отметить их знаками «+» и «—»;

подключить поочередно к источнику постоянного тока остальные обмотки управления и маркировать их аналогично первой обмотке, если стрелка вольтметра, подключенного к выходным зажимам ЭМУ, будет отклоняться в ту же сторону, как и для первой обмотки управления.

Для того чтобы определить, правильно ли подключена компенсационная обмотка к контактам щитка, следует проделать следующее: нагрузить ЭМУ на сопротивление, большее или равное номинальному. Подать на одну из управляющих обмоток плавно изменяющееся напряжение постоянного тока, при этом вольтметр, подключенный к выходу ЭМУ при вращении якоря, должен изменять показания в соответствии с напряжением на входе. Если с увеличением напряжения на входе напряжение на выходе будет стремиться к нулю, то это будет свидетельствовать о том, что компенсационная обмотка подключена неверно и ее концы нужно поменять местами.

Добавочные полюсы продольного поля ЭМУ предназначены для улучшения коммутации в цепи рабочего тока.

Для того чтобы проверить, правильно ли подключены выводы обмоток добавочных полюсов, следует нагрузить ЭМУ на сопротивление, большее или равное номинальному, включить электродвигатель ЭМУ и подать напряжение постоянного тока на одну из управляющих обмоток.

Если обмотка добавочных полюсов включена неправильно, то выходное напряжение не достигнет номинальной величины, а под щетками продольного поля будет наблюдаться повышенное искрение. В этом случае концы обмоток добавочных полюсов следует поменять местами.

14.6.7. Установка щеток короткозамкнутой (поперечной) цепи ЭМУ на нейтраль

Установка щеток требуется в тех случаях, когда сбита заводская настройка, щетки сильно искрят или после ремонта и разборки ЭМУ.

Щетки устанавливать на нейтраль в таком порядке:

в разрыв короткозамкнутой (поперечной) цепи включить микроамперметр *3* (рис. 169) постоянного тока с нулем посередине шкалы;

к одной из обмоток *4* управления подключить гальванический элемент *1*;

при неподвижном якоре ЭМУ размыкать и замыкать цепь гальванического элемента, наблюдая за отклонением стрелки микроамперметра *3*;

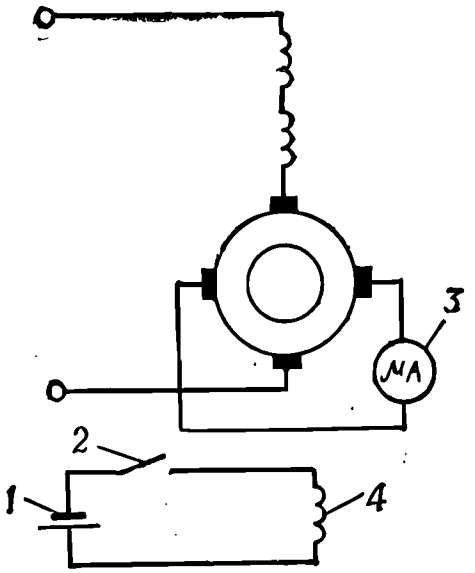


Рис. 169. Схема для установки щеток короткозамкнутой цепи ЭМУ на нейтраль:

1 — гальванический элемент; *2* — переключатель; *3* — микроамперметр постоянного тока кл. 2,5; *4* — обмотка управления

одновременно с замыканием цепи гальванического элемента смещать положение траверсы щеток сначала в одном направлении, а затем в противоположном до тех пор, пока стрелка не изменит направление отклонения и показание будет минимальным. В этом положении щетки находятся на нейтрали.

В некоторых ЭМУ щетки следует сместить с нейтрали на 1—2 мм по направлению вращения коллектора для улучшения коммутации.

Установка степени компенсации ЭМУ. Компенсация продольной реакции якоря с помощью шунтирующего компенсационную обмотку реостата имеет важное значение для получения требуемых статических и динамических характеристик и устойчивости работы ЭМУ.

Под степенью компенсации понимают отношение

$$\Theta = \frac{E_{ко}}{E_{ря}},$$

где $E_{ко}$ — ЭДС, наводимая в якоре магнитным потоком компенсационной обмотки;

$E_{ря}$ — ЭДС, наводимая в якоре потоком продольной реакции от рабочего тока нагрузки.

ЭДС $E_{ко}$ и $E_{ря}$ направлены навстречу друг другу и при $\Theta=1$ взаимно компенсируются.

Регулировать компенсацию ЭМУ в следующем порядке:

включить вольтметр в разрыв короткозамкнутой (поперечной) цепи ЭМУ;

отключить от щеток продольной цепи компенсационную обмотку и обмотку добавочных полюсов;

от постороннего источника при вращающемся якоре пропустить в продольную цепь якоря номинальный постоянный ток, отмечая при этом показания вольтметра (рис. 170, *а*);

при той же скорости вращения якоря и разомкнутой продольной цепи его пропустить через компенсационную обмотку

с шунтирующим ее реостатом номинальный ток якоря (рис. 170, *б*) и регулировкой сопротивления реостата добиться первоначального показания вольтметра. Это показание реостата соответствует степени компенсации $\Theta=1$.

Обмотки управления при регулировке компенсации должны быть разомкнуты. Важным условием правильной регулировки степени компенсации является одинаковое направление

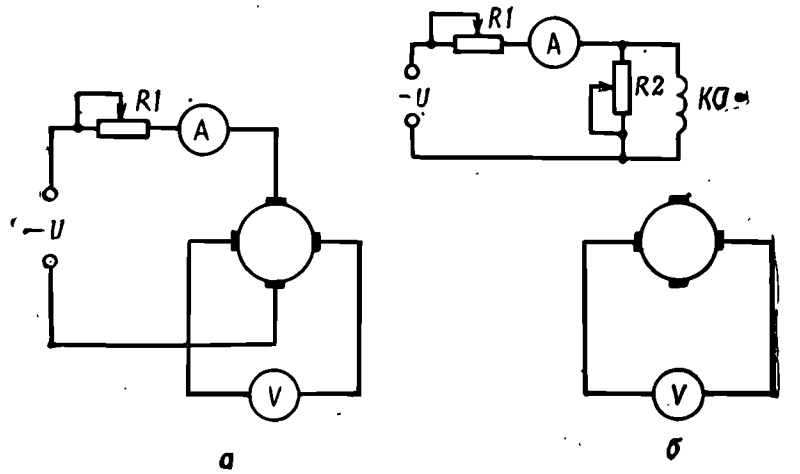


Рис. 170. Схема для установки степени компенсации ЭМУ:

а — ток пропускается через продольную цепь якоря; *б* — ток той же величины, что и в схеме, пропускается через компенсационную обмотку; А — амперметр постоянного тока кл. 2,5; V — вольтметр постоянного тока кл. 2,5; *R*1, *R*2 — реостаты

вращения якоря в обоих случаях эксперимента, при этом отклонение стрелки вольтметра должно быть в одну и ту же сторону.

Для получения устойчивого режима работы ЭМУ должен работать при некоторой компенсации ($\Theta<1$); степень последней можно характеризовать процентным изменением напряжения на выходе ЭМУ от режима холостого хода до полной нагрузки при номинальном токе управления. Обычно устанавливается такая величина сопротивления, шунтирующего компенсационную обмотку, чтобы это изменение напряжения составляло 10—15%.

Окончательную степень компенсации устанавливать при настройке изделия.

14.7. ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ ПОСЛЕ СБОРКИ

В целях проверки качества ремонта и определения соответствия технических характеристик отремонтированной машины паспортным данным все электрические машины после ремонта подвергаются испытаниям.

Испытания производятся после внешнего осмотра и проверки качества сборки отремонтированной машины и включают:

измерение сопротивления обмоток;

измерение сопротивления изоляции токоведущих частей машины относительно корпуса и между собой;

проверку коэффициента трансформации асинхронных двигателей с фазным ротором;

испытание машины на холостом ходу;

испытание машины под нагрузкой.

14.7.1. Измерение сопротивления обмоток

Измерение сопротивления обмоток позволяет судить о правильности их выполнения, исправности обмоток и качестве паек и соединений. Наиболее точный результат дают измерения сопротивлений с помощью мостов, например моста Е-12-2А. Если моста нет, сопротивление обмоток более 1 Ом можно приближенно измерить комбинированными приборами типов Ц4312, АВО-5М1 или им подобными.

Сопротивления статорных обмоток измерять на зажимах машины, сопротивление обмоток ротора — на его кольцах. Сопротивление обмоток якорей коллекторных машин измерять на двух коллекторных пластинах, отстоящих одна от другой на одно полюсное деление по коллектору для якорей с волновой обмоткой или на двух диаметрально противоположных пластинах для якорей с петлевой обмоткой.

Отклонение измеренного сопротивления обмотки от паспортных данных не должно превышать ±5%.

При измерениях следует иметь в виду, что сопротивление обмоток зависит от их температуры. Обычно паспортные значения сопротивлений соответствуют измерениям при температуре +20°С. Поэтому результат измерения, производившегося при иной температуре, необходимо привести к +20°С. Пересчет производится по формуле

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + 0{,}004\,(t - 20)},$$

где R_{20} — сопротивление, приведенное к температуре 20°С;

R_t — сопротивление, измеренное при температуре окружающей среды;

t — температура, при которой производилось измерение, °С.

Измерение сопротивления многофазных обмоток при наличии выводов начал и концов фаз производить пофазно, а при наличии отдельных выводов от частей фаз — отдельно для каждой части.

Если сопряжение фаз произведено внутри обмотки наглухо, то сопротивление следует измерять между каждой парой линейных выводов.

При сопряжении фаз в звезду сопротивление фазы r_1, прилегающей к выводу С1, следует определять по формуле

$$r_1 = \frac{r_{3,1} + r_{1,2} - r_{2,3}}{2},$$

где $r_{3,1}$, $r_{1,2}$, $r_{2,3}$ — сопротивления, измеренные соответственно между выводами С3 и С1, С1 и С2, С2 и С3 (обозначение выводов по ГОСТ 183—74), Ом.

При сопряжении фаз в треугольник сопротивление фазы r_1 между выводами С1 и С3 следует определять по формуле

$$r_1 = \frac{2r_{1,2}r_{2,3}}{r_{1,2} + r_{2,3} - r_{3,1}} - \frac{r_{1,2} + r_{2,3} - r_{3,1}}{2}.$$

По аналогичным формулам с круговой перестановкой соответствующих индексов следует подсчитать сопротивления других фаз.

14.7.2. Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции токоведущих частей машины относительно корпуса и между собой измерять мегаомметром на 500 В. Перед измерением отсоединить от зажимов машины все соединительные провода внешней цепи.

При измерении сопротивления изоляции токоведущих частей машины относительно корпуса одну клемму мегаомметра подключить к оголенной поверхности корпуса, другую поочередно подключать к зажимам (выводам) всех обмоток. При измерении сопротивления изоляции между токоведущими частями машин клеммы мегаомметра подключать поочередно к двум зажимам (выводам) обмоток, не соединенным между собой электрически.

Измерение сопротивления изоляции производить в холодном состоянии проверяемой машины.

Допустимое сопротивление изоляции указано в паспорте машины и в Справочнике.

14.7.3. Проверка коэффициента трансформации асинхронного двигателя с фазным ротором

Проверка коэффициента трансформации асинхронного двигателя с фазным ротором позволяет судить о правильности выполнения обмоток статора и ротора и их исправности.

Для проверки к статору подвести номинальное напряжение и при разомкнутой цепи неподвижного ротора измерить напряжение между контактными кольцами ротора при двух-трех его положениях. Напряжения фаз ротора должны соответствовать

паспортным данным и могут отличаться одно от другого не более чем на 2%. Понижение напряжения в одной из фаз ротора указывает на наличие замыканий между витками или на неправильное соединение катушек фазы.

Для проверки статорной обмотки напряжение подвести к кольцам ротора и при разомкнутых обмотках статора измерить напряжение на зажимах обмоток. Напряжения фаз должны соответствовать паспортным данным и могут отличаться одно от другого не более чем на 2%.

Напряжение, подводимое к ротору, должно регулироваться в пределах от нуля до номинального значения.

14.7.4. Испытание машины на холостом ходу

Перед пуском машины проверить наличие смазки в подшипниках, легкость вращения ротора и нет ли в машине посторонних предметов.

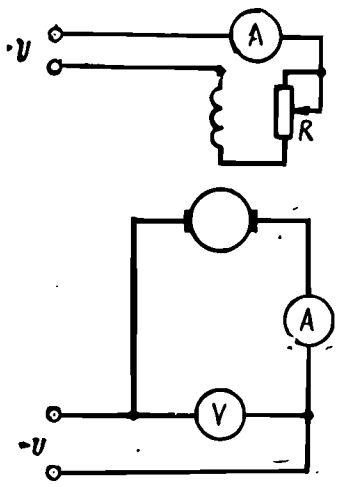


Рис. 171. Схема включения электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением:

А — амперметр постоянного тока кл. 2,5; V — вольтметр постоянного тока кл. 2,5; R — реостат

Испытание на холостом ходу позволяет проверить ряд величин, важных для работы машины, и судить о ее исправности.

Машины постоянного тока испытывать на холостом ходу в режиме двигателя. Для испытания машину включать по схеме двигателя с независимым возбуждением (рис. 171). Обмотку возбуждения при этом питать от источника постоянного тока напряжением, обеспечивающим полный рабочий ток в обмотках. Ток и число оборотов холостого хода должны соответствовать паспортным данным. Затем проверить нагрев подшипников и якоря, степень искрения и надежность контакта в щетках, а также убедиться в отсутствии вибрации машины.

Перегрев подшипников по сравнению с температурой окружающего воздуха при испытании не должен превышать 20—30°С. Температуру подшипников определять на ощупь. Якорь не должен иметь местных перегревов, также определяемых на ощупь. Искрение под щетками должно отсутствовать. Допускается наличие слабого точечного искрения под небольшой частью щетки приблизительно у половины всех щеток. Надежность контакта в щетках определять по отсутствию их перегрева.

Продолжительность испытания на холостом ходу должна быть не менее 30 мин.

Асинхронные двигатели испытывать на холостом ходу при питании напряжением номинальной величины и номинальной частоты. При этом измерять токи холостого хода во всех трех фазах и число оборотов двигателя. Измеренные величины должны соответствовать паспортным данным. Асимметрия токов в фазах не должна превышать 5%. Скольжение при холостом ходе не должно превышать 1—2%, т. е. измеренное число оборотов не должно отличаться более чем на 1—2% от синхронного числа оборотов, определяемого величиной $\frac{60f}{p}$, где p — число пар полюсов двигателя; f — частота напряжения питания.

Затем проверить нагрев подшипников, надежность контакта в щетках и плавность хода двигателя. Температура подшипников не должна превышать температуру окружающего воздуха больше чем на 20—30°С. Надежность контакта в щетках определять по отсутствию искрения и перегрева щеток. При работе двигателя не должно быть вибрации и шума.

Продолжительность испытания на холостом ходу должна быть не менее 30 мин.

Синхронные машины на холостом ходу не испытываются.

14.7.5. Испытание машины под нагрузкой

Машину под нагрузкой испытывать после установки ее на место в условиях, обеспечивающих номинальную нагрузку машины. При этом на электродвигатель подать номинальное напряжение номинальной частоты. Если испытывается генератор, то привести его во вращение с номинальным числом оборотов.

Испытание проводить в течение 2—3 ч при непрерывной работе машины. В ходе испытания проверить ток, потребляемый двигателем (у асинхронных двигателей проверить токи во всех трех фазах), и число оборотов, напряжение на нагрузке генератора, частоту и ток нагрузки. Измеренные величины должны соответствовать данным, указанным в паспорте машины или в справочнике. Кроме того, в процессе испытания непрерывно контролировать температуру обмоток машины с помощью термометров или методом измерения сопротивления.

Измерение температуры обмоток термометром описано выше. Но это не дает достаточно точных результатов, поэтому рекомендуется измерять температуру обмотки методом измерения сопротивления обмотки. Этот метод основан на зависимости сопротивления меди от температуры и применим для всех обмоток, причем для контроля температуры низкоомных обмоток необходимо измерять их сопротивления с помощью мостовых приборов.

Перед испытанием машины измерить сопротивление и температуру обмотки. Температуру обмотки можно принять равной температуре окружающего воздуха. После испытания машину остановить и сразу же измерить сопротивление проверяемой обмотки. Температуру обмотки определяют по формуле

$$T = t + \frac{R_T - R_t}{R_t}(235 + t),$$

где t — температура обмотки до испытания, °С;

T — температура обмотки после испытания, °С;

R_t — сопротивление обмотки, измеренное до испытания, Ом;

R_T — сопротивление обмотки, измеренное после испытания, Ом.

Температура обмотки не должна превышать 80—90°С. Сразу же после окончания измерения проверить сопротивление изоляции.

Величина сопротивления изоляции обмоток, измеренная при рабочей температуре машины, не должна быть меньше величины, приведенной в паспорте на машину или в справочнике.

14.7.6. Регулировка скорости вращения электродвигателей стабилизированной скорости

Для регулировки скорости вращения необходимо:

проверить скорость вращения электродвигателя;

ослабить три винта, крепящие кожух;

снять кожух, повернув его вправо и потянув на себя;

ослабить стопорный винт распорной пластины рабочего контакта.

Если скорость вращения электродвигателя не соответствует требуемой, отрегулировать ее винтом рабочего контакта (один оборот винта рабочего контакта изменяет скорость вращения электродвигателя примерно на 150 об/мин);

застопорить винт рабочего контакта, завернув стопорный винт;

проверить скорость вращения электродвигателя, которая должна быть в требуемых пределах;

надеть кожух (окно выставляется против клеммных колодок);

закрепить винты кожуха.

14.8. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ, ПОРЯДОК И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

В процессе эксплуатации сельсинов и вращающихся трансформаторов вследствие естественного износа их, старения изоляции и нарушения нормальных условий эксплуатации воз-

можно появление различного рода неисправностей, которые могут проявляться в снижении точности работы сельсина или трансформатора, выпадении из синхронизма сельсина, в перегреве машины или отдельных ее частей, в гудении при работе и искрении под щетками и т. д.

Характер некоторых неисправностей, их признаки и способы выявления приведены в табл. 37.

Таблица 37

Перечень

наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей сельсинов и вращающихся трансформаторов

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
1. Уменьшение точности установки сельсина-приемника Выпадение сельсина-приемника из синхронизма при быстром вращении датчика	Перекос подшипниковых крышек, вызывающих заедание ротора Погнутость валика ротора Загрязнение подшипников Чрезмерное нажатие щеток на контактные кольца	Проверить плавность вращения ротора от руки Проверить валик ротора с помощью индикатора (подразд. 14.10) Измерить момент трения сельсина (подразд. 14.10) Проверить нажатие щеток (подразд. 14.10)
2. При вращении сельсина-датчика ротор сельсина-приемника не вращается Наблюдается сильное гудение сельсина	Короткое замыкание между двумя фазами трехфазной обмотки датчика или приемника Обрыв однофазной обмотки ротора сельсина	Проверить сопротивление трехфазной обмотки Проверить сопротивление однофазной обмотки
3. При вращении сельсина-датчика на 360° ротор сельсина-приемника совершает колебания. Сельсин сильно гудит	Обрыв одной из фаз трехфазной обмотки датчика или приемника	Проверить сопротивление фаз обмотки. Проверить контакт в щетках
4. При вращении сельсина-датчика наблюдаются перескоки сельсина-приемника с явно выраженными полюсами на 180°	Обрыв однофазной обмотки датчика или приемника	Проверить сопротивление обмотки
5. Искрение под щетками контактного сельсина, вращающегося трансформатора	Мало нажатие щеток на кольца Загрязнение контактных колец или повреждение их поверхности	Проверить давление щеток Осмотреть и промыть кольца
6. Сильное гудение машины	Повышенный осевой люфт ротора Асимметрия воздушного зазора	Проверить осевой люфт ротора (подразд. 14.10) Проверить, не погнут ли валик ротора (подразд. 14.11)

14.9. ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПО МЕСТУ УСТАНОВКИ

При осмотре блока проверить имеющиеся в нем сельсины, вращающиеся трансформаторы. Проверку производить внешним осмотром при включении блока или изделия под напряжение.

При внешнем осмотре проверить крепление машины, состояние корпуса, крышек, клеммной колодки и выступающих концов валика ротора.

У контактных сельсинов и вращающихся трансформаторов проверить состояние контактных колец и щеток, у бесконтактных сельсинов-приемников — крепление и состояние демпфера. При осмотре убедиться в том, что на наружных поверхностях нет вмятин, забоин, коррозии и нарушений защитных покрытий; все крепящие винты и гайки, за исключением клеммных зажимов, завинчены до отказа и закрашены; клеммная колодка не имеет сколов, трещин и следов обгорания; свободные концы валика ротора не имеют коррозии, резьба исправна. У контактных сельсинов и вращающихся трансформаторов контактные кольца должны быть отполированы, не должны иметь механических повреждений поверхности и следов подгорания; изоляция между кольцами не должна иметь следов пробоя; щетки не должны быть прижаты к кольцам.

При включении блока под напряжение проверить работу машины методами, предусмотренными при эксплуатационной проверке блока и описанными в соответствующих руководствах.

В случае выявления ненормальностей в работе машины ее необходимо снять с блока и произвести более подробную дефектацию в целях выяснения причин ненормальной работы.

14.10. ВНЕШНИЙ ОСМОТР, МЕХАНИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА СНЯТЫХ СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Перед осмотром снять машину с блока, для чего отсоединить подводящие провода от клеммной колодки и снять накладку, крепящую корпус к шасси блока, затем с валика ротора снять шестерню, сопрягающую ротор с приводным механизмом.

Снятый сельсин (трансформатор) проверять внешним осмотром, механической и электрической проверками.

14.10.1. Внешний осмотр.

Внешний осмотр производить аналогично описанному выше при проверке по месту установки.

При осмотре контактных сельсинов, вращающихся трансформаторов убедиться в том, что щетки прижаты к кольцам

и касаются их середины. У сельсинов СС-405 и ЭД-101 щетки, касающиеся одного кольца, должны быть сдвинуты не менее чем на ширину щетки (рис. 172). Траверсы щеток не должны быть погнуты, крепление траверс и выводных пластин к клеммной колодке должно быть надежным.

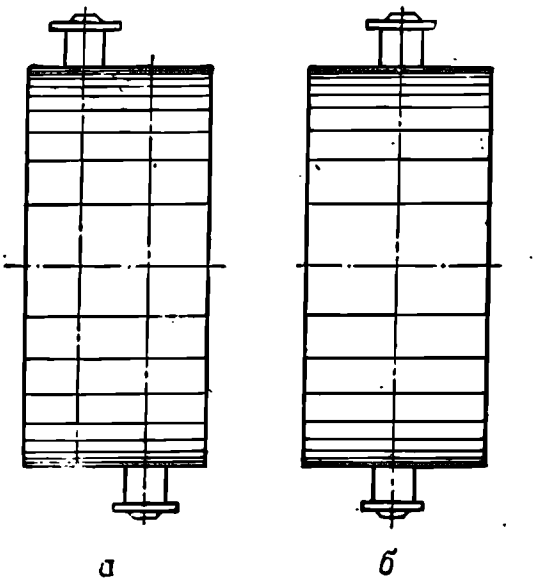


Рис. 172. Установка щеток:
а — сельсинов типов СС-405 и ЭД-101; *б* — сельсинов остальных типов

14.10.2. Механическая проверка

Механическая проверка сельсинов включает:

измерение радиальных биений концов валика ротора, контактных колец и наружной поверхности корпуса относительно шеек валика ротора;

измерение осевого люфта ротора;

измерение у бесконтактного сельсина биения торцовой части буртика со стороны посадочного места сельсина и радиального зазора шарикоподшипников у собранного сельсина;

измерение момента трения невозбужденного сельсина;

измерение нажатия щеток на кольца контактного сельсина.

Для измерения радиальных биений концов валика ротора и контактных колец сельсины установить на призму (рис. 173). Бесконтактные сельсины устанавливаются на призму, имеющую канавку для буртика корпуса. Ножку стрелочного индикатора подвести к посадочной поверхности конца валика ротора или к поверхности контактного кольца. Медленно поворачивая ротор сельсина на 360°, определить биение по разности максимального и минимального показаний индикатора.

Величина биения концов валика ротора и контактных колец, вычисленная как среднее значение из трех отсчетов, не должна превышать 0,02—0,05 мм.

Для измерения радиального биения наружной поверхности корпуса, осевого люфта ротора и биения торцовой части буртика установить сельсин центровыми отверстиями валика ротора в центрах токарного станка или в настольных центрах.

При измерении радиального биения наружной поверхности корпуса ножку индикатора подвести к цилиндрической поверхности корпуса и повернуть корпус на один полный оборот при неподвижном роторе. Биение определить как среднее значение из трех отсчетов; величина биения не должна превышать 0,09 мм.

При измерении осевого люфта ротора ножку индикатора подвести к торцу крышки подшипника (передней или задней). Осевой люфт ротора определить по разности показаний индикатора, соответствующих крайним положениям корпуса сельсина при покачивании его в осевом направлении. Величина осевого люфта не должна превышать значений, приведенных в справочнике.

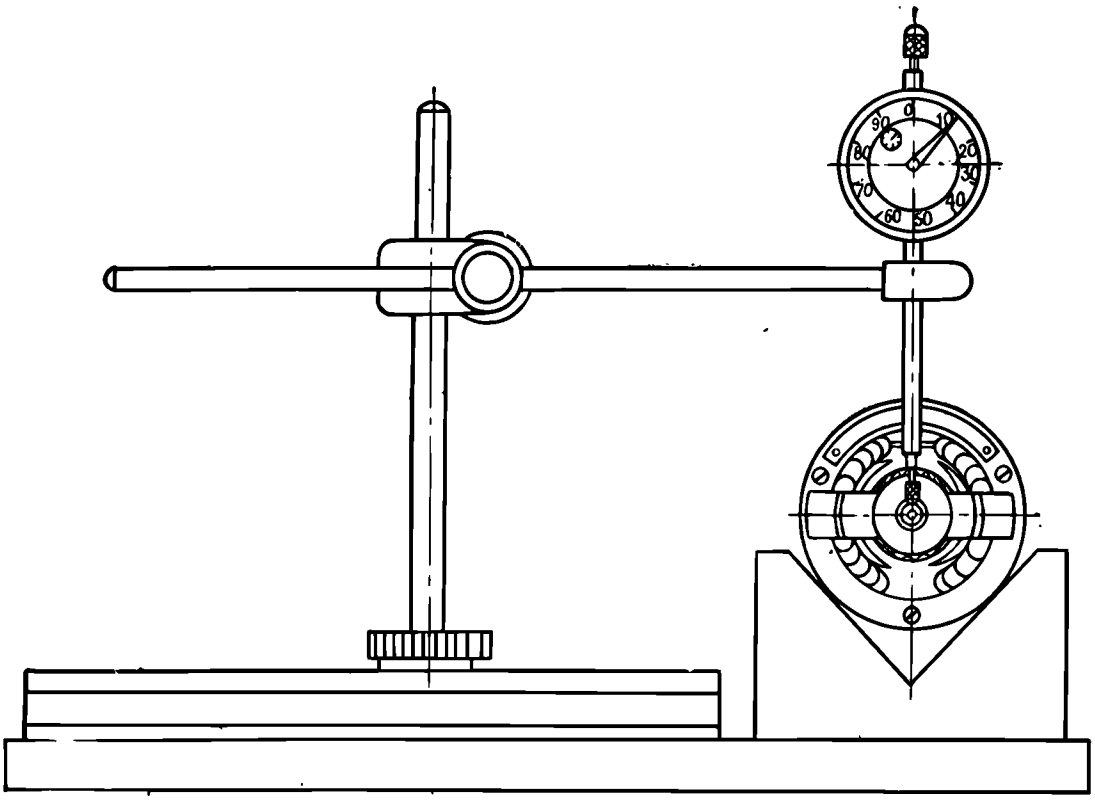


Рис. 173. Установка сельсинов на призму для проверки радиальных люфтов

При измерении биения торцовой части буртика корпуса бесконтактного сельсина ножку индикатора подвести перпендикулярно к торцовой поверхности буртика. Повернув корпус сельсина при неподвижном роторе на один полный оборот, определить биение по разности максимального и минимального показаний индикатора. Величина биения не должна превышать 0,1 мм.

При измерении радиального зазора шарикоподшипников у собранного бесконтактного сельсина установить сельсин центровыми отверстиями валика ротора в центрах токарного станка или в настольных центрах. Подвести ножку индикатора к поверхности корпуса сельсина. Покачивая корпус сельсина в радиальном направлении, определить радиальный зазор по разности максимального и минимального показаний индикатора. Величина зазора не должна превышать 0,02 мм.

Момент трения сельсина проверять при установке его на призму. При этом закрепить на валик ротора сельсина шкив диаметром 20 мм. Вокруг шкива на 2—3 оборота намотать нить с привязанной к ней чашечкой для груза. Установить груз на чашечку и увеличивать его до тех пор, пока шкив вме-

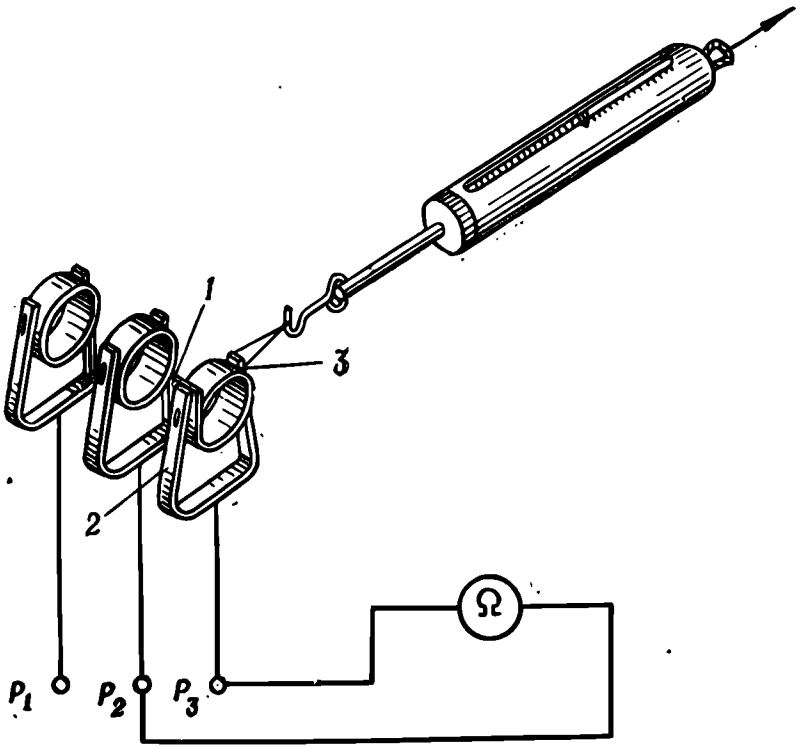


Рис. 174. Измерение нажатия щеток:
1 — изоляционная прокладка; *2* — щетка, изолированная от кольца; *3* — проверяемая щетка

сте с ротором не начнет вращаться. Произведение радиуса шкива на массу груза (с учетом массы чашечки), при которой нить полностью сматывается со шкива, равно моменту трения невозбужденного сельсина. Величины моментов трения приведены в Справочнике.

Нажатие щеток на кольца контактного сельсина измерять с помощью стрелочного граммометра, а если его нет — то пружинным граммометром. В последнем случае накинуть петлю из нити на щеткодержатель у щетки и на крючок граммометра.

Нажатие измерять в момент отрыва щетки от поверхности кольца. Момент отрыва щетки определять с помощью омметра, в качестве которого можно использовать любой комбинированный прибор (АВО-5М1, Ц4312) и др. Омметр включать между клеммой, соединенной с проверяемой щеткой, и любой из двух других клемм ротора (рис. 174). Под щетку *2*, касающуюся того же кольца, что и проверяемая, следует подложить изоляционную прокладку *1*. В момент отрыва проверяемой щетки *3* от поверхности кольца омметр покажет разрыв

цепи. Измеренное таким образом нажатие щеток должно соответствовать данным, приведенным в Справочнике.

Механическая проверка вращающихся трансформаторов включает:

измерение радиальных биений по наружному диаметру статора относительно вала ротора и шейки вала в подшипниках;

измерение давления щеток на контактные кольца.

Измерения радиальных биений и давления щеток проводить аналогично измерениям, приведенным для контактных сельсинов.

Радиальные биения по наружному диаметру статора относительно вала ротора должны быть не более 0,05 мм для вращающихся трансформаторов 1-го и 2-го габаритов и не более 0,06 мм — для 3-го габарита; радиальные биения шейки вала в подшипниках должны быть не более 0,02 мм для вращающихся трансформаторов 1-го и 2-го габаритов и не более 0,03 мм для 3-го габарита.

Величины давления щеток на контактные кольца должны соответствовать данным, приведенным в справочнике.

14.10.3. Электрическая проверка

Электрическая проверка включает:

измерение сопротивления обмоток;

измерение сопротивления изоляции обмоток между собой и относительно корпуса;

проверку надежности контакта в щетках контактных сельсинов и вращающихся трансформаторов.

Измерение сопротивления обмоток производить омметром, в качестве которого можно использовать приборы АВО-5М1 или Ц4312, подключая выводы прибора к выводам обмоток. При измерении сопротивления трехфазных обмоток омметр подключать поочередно к выводам двух фаз. При этом омметр будет показывать сопротивление двух фаз, включенных последовательно. Результаты измерения должны соответствовать данным, приведенным в справочниках.

По полученным значениям сопротивлений попарно измеряемых фаз трехфазной обмотки определить сопротивление каждой фазы по формулам:

$$R_1 = \frac{R_{1-2} + R_{1-3} - R_{2-3}}{2},$$

$$R_2 = R_{1-2} - R_1,$$

$$R_3 = R_{1-3} - R_1,$$

где R_1, R_2, R_3 — сопротивления фаз обмотки;
R_{1-2}, R_{1-3}, R_{2-3} — сопротивления, измеренные соответственно между выводами фаз 1—2, 1—3, 2—3.

Вычисленные значения R_1, R_2, R_3 не должны отличаться одно от другого более чем на 0,1 Ом у сельсинов БД-501А и БС-501А и на 1 Ом у остальных сельсинов. Большие расхождения величин сопротивления фаз свидетельствуют о наличии в обмотках замыканий между витками.

Измерение сопротивления изоляции обмоток между собой и относительно корпуса производить мегаомметром на 500 В в холодном состоянии машины. Мегаомметр подключать между корпусом и выводами обмоток при измерении сопротивления изоляции их от корпуса или между выводами статорной и роторной обмоток (между выводами обмотки возбуждения и обмотки статора в бесконтактных сельсинах) при измерении сопротивления изоляции между ними. Величина сопротивления изоляции, измеренная при температуре $+20 \pm 5$°С и относительной влажности окружающей среды 60—70%, должна быть не менее 100 МОм.

Проверку надежности контакта в щетках производить с помощью омметра, в качестве которого использовать любой комбинированный прибор (АВО-5М1, Ц4312). Прибор подключать поочередно к выводам P_1—P_2, P_1—P_3, P_2—P_3 (или к выводам P_1—P_2 сельсинов СС-405 и ЭД-101, имеющих однофазный ротор). Ротор вращать с частотой не более 1 об/мин и наблюдать за показаниями прибора, которые не должны отклоняться от средних показаний более чем на 10%. Превышение указанных отклонений свидетельствует о нарушении контакта в щетках.

Если при проверке сельсина (трансформатора) неисправностей не обнаружено, то перед установкой в блок следует подвергнуть всем испытаниям, перечисленным в подразд. 14.14, за исключением проверки электрической прочности изоляции.

14.11. РАЗБОРКА СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ, ВНЕШНИЙ ОСМОТР И МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ

Если при осмотре машины в сборе не удалось обнаружить причину ненормальной работы, то для выявления этой причины, а также для ремонта отдельных деталей машину следует разобрать.

При вывинчивании винтов необходимо соблюдать осторожность, чтобы отвертка не соскочила и не повредила обмотку.

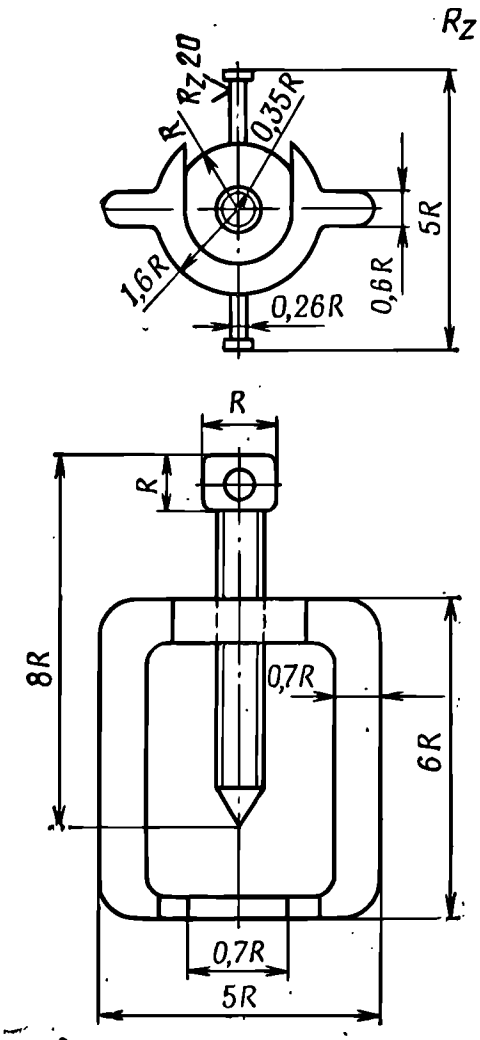
Контактные сельсины разбирать в следующем порядке:

отсоединить выводные концы обмотки статора от контактных винтов клеммной колодки;

вывинтить винты и снять траверсу с клеммной колодкой;

выбить из валика ротора штифты, крепящие упорные втулки шарикоподшипников;

вывинтить винты крепления задней крышки к корпусу и осторожно снять заднюю крышку вместе с ротором, слегка постукивая деревянным молотком в торец валика ротора со стороны передней крышки (со стороны колец);



R-радиус подшипника
Размеры по 7 классу
Материал: сталь 45 ГОСТ 1050-74
Острые ребра притупить

Рис. 175. Съемник для снятия подшипников сельсинов

вывинтить винты крепления передней крышки к корпусу и снять переднюю крышку;

вывинтить винты на задней крышке и снять крышку шарикоподшипника;

выбить деревянным молотком ротор с шарикоподшипником из задней крышки.

Шарикоподшипники снимать с валика ротора с помощью съемника (рис. 175) только в случае необходимости их проверки или замены.

Вращающиеся трансформаторы разбирать аналогично контактным сельсинам.

Бесконтактные сельсины БД-404А и БС-404А (рис. 176) разбирать в следующем порядке:

в сельсине БС-404А отвинтить гайку *10* крепления демпфера *7* и снять демпфер с валика ротора;

вывинтить винты крепления клеммной колодки *13* и отвести колодку от крышки;

вывинтить винты крепления клемм *12* в колодке, вынуть клеммы из гнезд и отделить колодку;

вывинтить винты крепления крышки к корпусу *1*;

выбить ротор *6* с шарикоподшипниками и крышкой, осторожно постукивая деревянным молотком по заднему концу валика ротора (со стороны крепления демпфера);

выбить ротор с передним шарикоподшипником из гнезда крышки, осторожно постукивая деревянным молотком по переднему концу валика ротора;

вывинтить винты и снять переднюю *15* и заднюю *9* крышки шарикоподшипников.

Шарикоподшипники снимать с валика ротора только в случае необходимости их проверки или замены. Для этого выбить конические штифты крепления колец *14* и снять кольца. Шарикоподшипники снимать с шеек вала с помощью съемника.

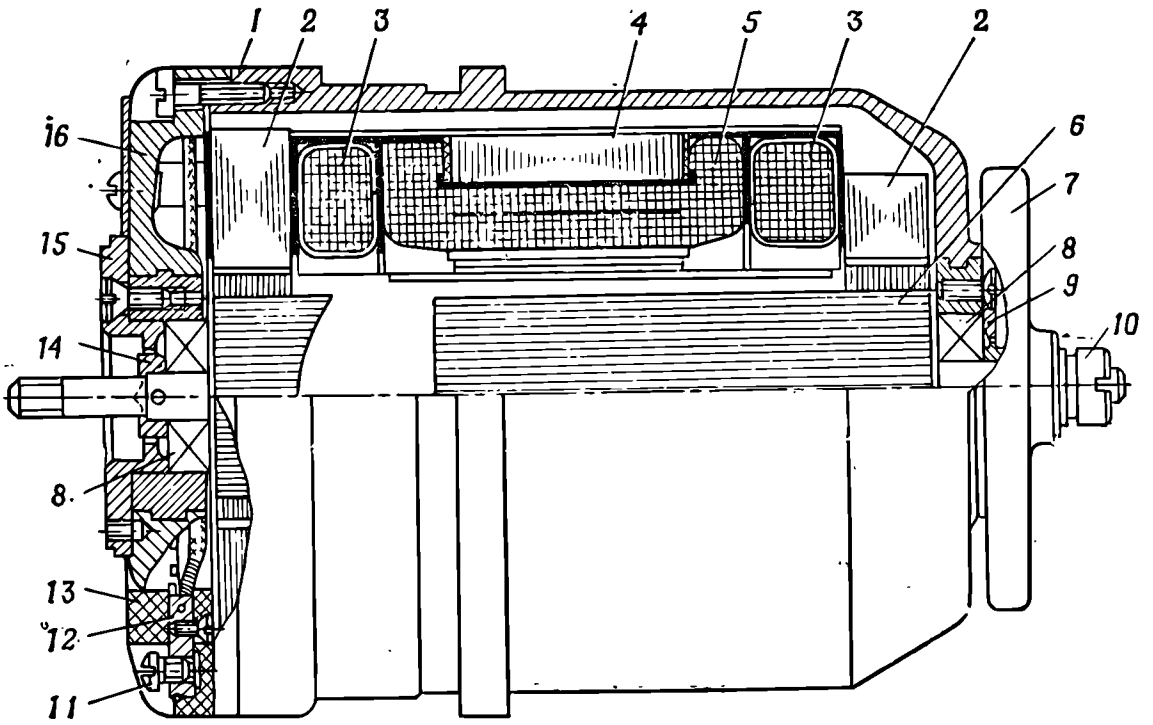


Рис. 176. Бесконтактный сельсин БС-404А:

1 — корпус; *2* — тороид; *3* — катушка обмотки возбуждения; *4* — статор; *5* — обмотка статора; *6* — ротор; *7* — демпфер; *8* — шарикоподшипник; *9* — крышка заднего шарикоподшипника; *10* — гайка; *11* — контактный винт; *12* — клемма; *13* — клеммная колодка; *14* — кольцо; *15* — крышка переднего шарикоподшипника; *16* — крышка

Бесконтактные сельсины БД-501А и БС-501А (рис. 177) разбирать в следующем порядке:

отвинтить гайки стяжных болтов *6* и вынуть болты;

выбить ротор *8* с шарикоподшипниками и задней крышкой *7*, осторожно постукивая деревянным молотком по концу валика ротора со стороны передней крышки;

выбить ротор с шарикоподшипниками из задней крышки, осторожно постукивая деревянным молотком по заднему концу валика ротора;

вывинтить винты крепления клеммной колодки *14* и отвести колодку от передней крышки;

вывинтить винты крепления клемм *13* к колодке, вынуть клеммы из гнезд и снять колодку;

снять переднюю крышку;

вывинтить винты и снять крышки переднего *15* и заднего *10* шарикоподшипников.

Шарикоподшипники для их проверки или замены снимать с валика ротора так же, как в сельсинах БД-404А и БС-501А.

Дальнейшая разборка бесконтактных сельсинов не допускается.

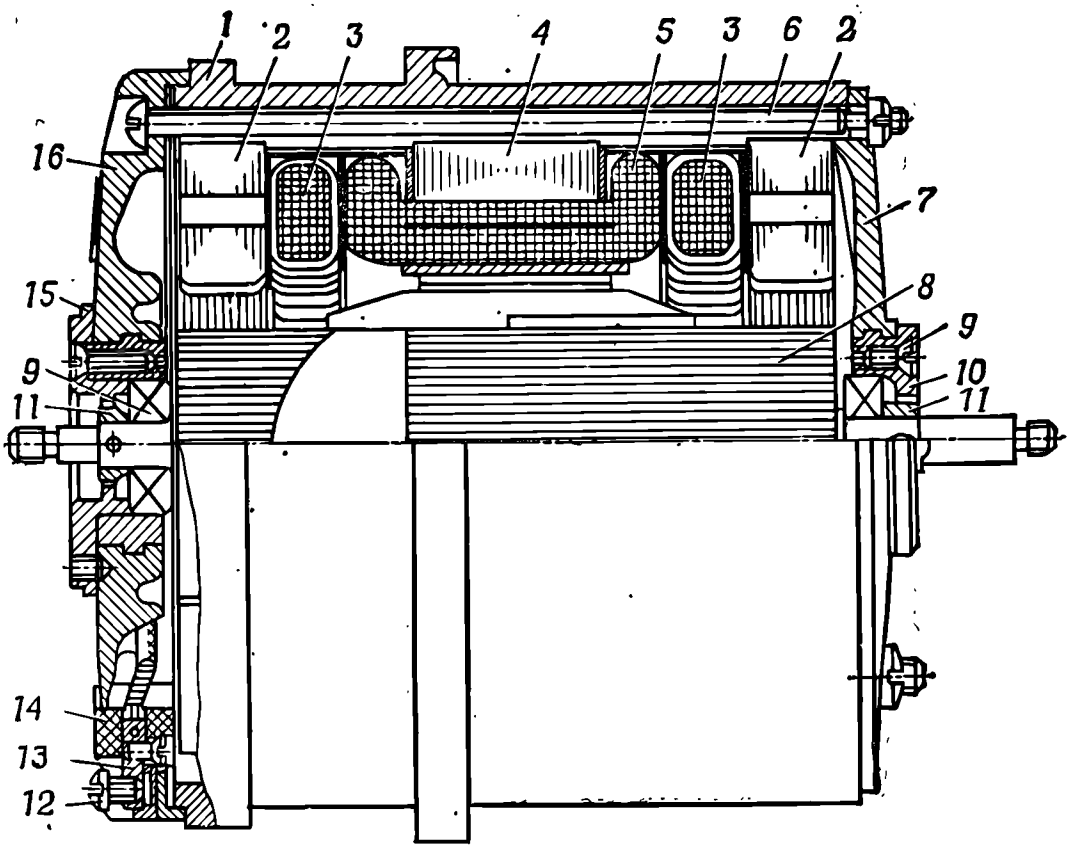


Рис. 177. Бесконтактный сельсин БД-501А:

1 — корпус; *2* — тороид; *3* — катушка обмотки возбуждения; *4* — статор; *5* — обмотка статора; *6* — стяжной болт; *7* — задняя крышка; *8* — ротор; *9* — шарикоподшипник; *10* — крышка заднего шарикоподшипника; *11* — кольцо; *12* — контактный винт; *13* — клемма; *14* — клеммная колодка; *15* — крышка переднего шарикоподшипника; *16* — передняя крышка

Разборку производить с соблюдением указаний разд. 4.

После разборки узлы и детали проверить внешним осмотром, механической и электрической проверками.

При внешнем осмотре проверить состояние пакета статора и ротора, посадочных поверхностей крышек и корпуса, а также состояние шарикоподшипников.

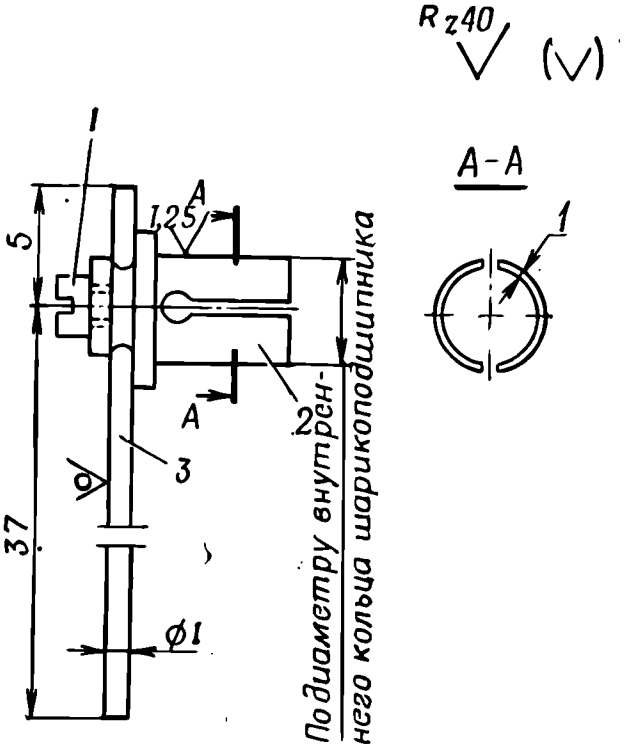
В контактных сельсинах и вращающихся трансформаторах проверить, кроме того, состояние траверсы, щеткодержателей, их пружин и щеток; в бесконтактных сельсинах БД-404А и БС-404А проверить исправность демпфера.

При проверке убедиться в том, что пакеты статора и ротора не имеют нарушений слоя противокоррозионного покрытия, забоин, заусенцев и ослабления прессовых пластин, которые должны плотно прилегать одна к другой; шейки валика ротора не имеют коррозии и забоин; на посадочных поверх-

ностях корпуса и крышек нет забоин, вмятин и других механических повреждений.

Шарикоподшипники, снятые с валика ротора, дефектировать в соответствии с указаниями подразд. 7.9.

Траверса, контактные пластины и щеткодержатели контактных сельсинов не должны иметь погнутостей, трещин и других механических повреждений. Пружины щеткодержателей уси-



Материал: сталь 20 ГОСТ 1050-74

Рис. 178. Оправка для проверки момента трения подшипников:
1 — винт; *2* — оправка; *3* — стрелка

ленных сельсинов должны обладать достаточной упругостью. Серебряные щетки должны иметь полированную блестящую поверхность.

При нарушении покрытия ротора в процессе разборки необходимо поврежденные участки обезжирить, протерев их марлевым тампоном, смоченным бензином Б-70, после чего просушить и подкрасить. Посадочные места шарикоподшипников очистить от смазки бязью или марлей, увлажненной бензином.

При осмотре демпфера убедиться в том, что пружина крепления втулки плотно обжимает втулку и лежит в ее желобке, демпферная пружина охватывает втулку и концы ее удерживаются шайбой. Маховик должен проворачиваться относительно втулки с некоторым усилием. На всех деталях демпфера не должно быть коррозии и механических повреждений.

Механическая проверка включает:

проверку момента трения подшипников;

измерение биений пакета ротора и шеек валика.

Для проверки момента трения подшипник надеть внутренним кольцом на оправку со стрелкой (рис. 178). Удерживая шарикоподшипник рукой за наружное кольцо, отклонить стрелку в горизонтальное положение. Размеры стрелки выбираются такими, чтобы создавался момент, равный 0,4 гс·см. Отпущенная стрелка должна вернуться в исходное (вертикальное) положение, свидетельствующее о том, что момент трения подшипника не превышает требуемой величины (0,4 гс·см).

Шарикоподшипники, имеющие момент трения, превышающий величину 0,4 гс·см, подлежат замене.

Для измерения биения пакета ротора и шеек валика ротор установить в центрах токарного станка или в настольных центрах. Биения измерять с помощью стрелочного индикатора, укрепленного на стойке. Допустимая величина биения пакета ротора и шеек валика 0,05 мм.

14.12. РЕМОНТ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОСЛЕ РАЗБОРКИ

14.12.1. Устранение неисправностей механических узлов и деталей

Если при проверке машины были обнаружены неисправности, необходимо их устранить согласно указаниям, приведенным ниже:

нарушено гальваническое покрытие деталей — неисправную деталь заменить;

нарушена окраска поверхностей — удалить старую краску и произвести окраску вновь;

имеются трещины в корпусе и крышках статора — неисправную деталь заменить;

забита резьба на концах вала ротора — прогнать резьбу плашкой М4;

имеются сколы на пресс-порошковых деталях, не влияющие на механическую прочность,— отремонтировать с помощью стиракрила;

расколота плата траверсы — плату заменить;

окислены и имеют механические повреждения (царапины) контактные кольца — полировать кольца до зеркального блеска пастой ГОИ, нанесенной на хлопчатобумажную ленту. При значительных повреждениях колец (глубоких царапинах, вмятинах, трещинах) необходимо сельсин (трансформатор) заменить;

занижено сопротивление изоляции токоведущих частей относительно корпуса, статорной и роторной обмоток между собой — просушить обмотку; если эта мера не приведет к норме, пропитать ее лаком;

нарушена изоляция выводных концов проводов — заменить изолирующие полихлорвиниловые трубки;

имеется коррозия пакетов ротора или статора — удалить коррозию мелкой шкуркой, обезжирить очищенную поверхность марлевым тампоном, смоченным бензином Б-70, и покрыть грунтом ГФ-020 ГОСТ 4056—63;

имеется коррозия шарикоподшипников — заменить шарикоподшипник на новый;

повышен момент трения шарикоподшипника — шарикоподшипник промыть бензином Б-70 и смазать смазкой ЦИАТИМ-201;

имеются забоины и царапины на шейках валика ротора. Допускаются незначительные царапины и забоины до 0,02 мм. В случае глубоких царапин и забоин сельсин (трансформатор) заменить;

увеличено радиальное биение пакета ротора, шеек вала и контактных колец — произвести рихтовку в центрах, шлифовку и полировку контактных колец;

нарушена лакировка обмоток ротора (статора) — покрыть лобовые части обмоток лаком БТ-99п ГОСТ 8017—74.

нарушена статическая балансировка ротора — отбалансировать ротор закладкой свинца в пазы;

недостаточная надежность контакта между щетками и контактными кольцами — протереть контактные поверхности щеток и контактные кольца спиртом.

Правку валика ротора производить в том случае, если при дефектации обнаружена его погнутость. Место погнутости установить с помощью индикатора. Если погнуты концы валика, то лучше править его в собранном сельсине. Для этого на конец валика навинтить гайку и легкими ударами молотка из мягкого металла по гайке выправить валик, проверяя его биение индикатором. При повышенном биении шеек валика или пакета ротор уложить шейками на деревянные подкладки и править легкими ударами молотка по пакету ротора через прокладку из твердого дерева или текстолита, не допуская при этом повреждения обмотки или изоляции колец.

При повышенном биении колец проточка их **категорически запрещается.** Биение устранять правкой валика ротора.

После правки вновь проверить биение шеек, пакета, колец и концов валика ротора. Биение не должно превосходить 0,05 мм.

Ремонт щеточных траверс и регулировка давления щеток производятся в случае выявления неисправностей траверс.

Возможны следующие неисправности щеток траверс:

трещины или поломки изоляционной платы;

срыв резьбы или поломка клемм;

поломка щеткодержателей;

поломка или ослабление пружины щеткодержателя усиленного сельсина.

Сломанную изоляционную плату заменить изготовленной по образцу из гетинакса или текстолита с последующей пропиткой электроизоляционным лаком (подразд. 18.4).

Клеммы с сорванной резьбой или сломанные заменить изготовленными по образцу из латуни.

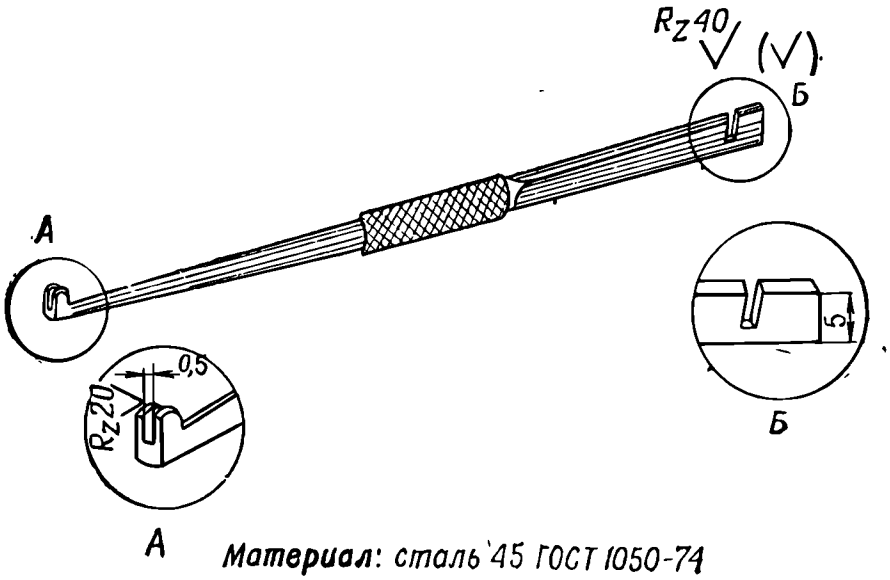


Рис. 179. Регулировочная лапка

В случае поломки щеткодержателей сельсина малой мощности изготовить новые щеткодержатели из твердокатаной фосфористой бронзы ОФ6-6,5 ГОСТ 5017—74 толщиной 0,15 мм. Щетку вставить в отверстие щеткодержателя и расклепать с нерабочей стороны. После установки щетку отшлифовать тонкой крокусной бумагой и отполировать до зеркального блеска пастой ГОИ, нанесенной на хлопчатобумажную ленту.

Сломанную пружину щеткодержателя усиленного сельсина заменить изготовленной по образцу из стальной углеродистой пружинной проволоки ГОСТ 1071—67. Ослабевшую или растянувшуюся пружину укоротить на 2—3 витка.

Нажатие щеток на кольца в сельсинах, вращающихся трансформаторах малой мощности регулировать подгибанием пружинных щеткодержателей при вынутом роторе, в усиленных сельсинах — путем укорочения или растяжения пружины щеткодержателей. Регулировать нажатие щеток на кольца с помощью лапки (рис. 179).

14.13. СБОРКА СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОСЛЕ РЕМОНТА

Устойчивость и точность работы отремонтированных сельсинов в значительной степени зависят от качества их сборки.

Детали и узлы, поступающие на сборку, должны быть проверены и очищены от пыли.

Сборку контактных сельсинов производить в такой последовательности:

насадить на валик ротора защитные шайбы и шарикоподшипники; напрессовать шарикоподшипники на валик ротора либо на прессе с помощью оправки, либо в слесарных тисках

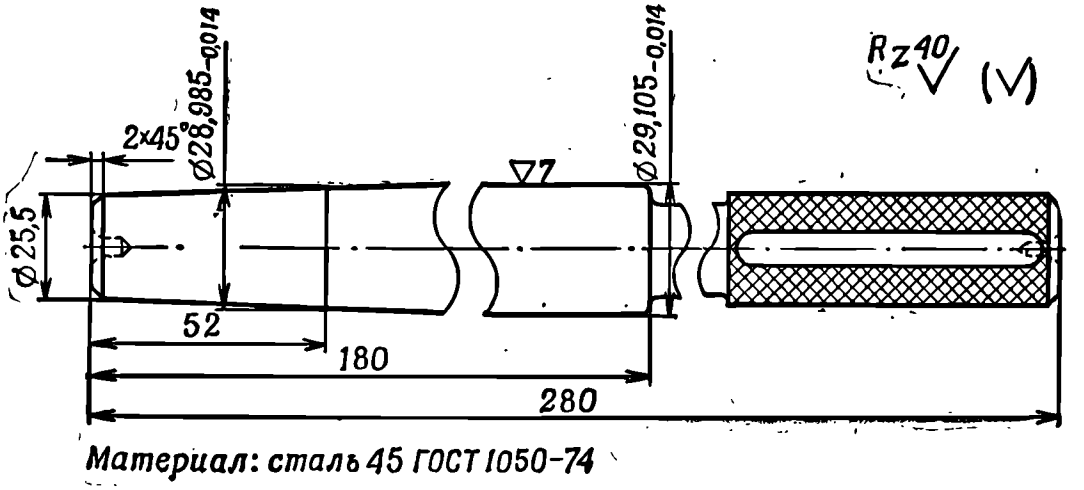


Рис. 180. Оправка для установки полюсов

легкими ударами молотка по торцу трубки; в последнем случае пакет (при вертикальном положении ротора) осторожно зажать в тисках через деревянные прокладки; на валик ротора надеть шарикоподшипник и трубку, опирающуюся на внутреннее кольцо подшипника через латунную или медную шайбу;

в сельсинах с разъемными полюсами установить в ярмо полюсы с насаженными на них статорными катушками и привинтить их винтами; плотно прижать полюсы к ярму с помощью оправки (такая оправка для сельсинов СС-405 показана на рис. 180), затем полюсы окончательно привинтить винтами, оправку с насаженным на нее статором установить в центрах токарного станка и с помощью индикатора проверить концентричность наружного диаметра статора относительно отверстия полюсов; допустимый эксцентриситет 0,08 мм;

привинтить заднюю крышку к статору; во избежание перекоса крышки винты затягивать равномерно;

установить ротор в статор и легкими ударами деревянного молотка в торец оси ротора осторожно, чтобы не повредить железа ротора и статора, посадить подшипник в гнездо задней крышки, совмещая при этом отверстия под винты; проверить легкость вращения ротора от руки;

установить переднюю крышку, равномерно подтягивая винты ее крепления к статору;

смазать подшипники смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267—74;

проверить осевой люфт ротора с помощью индикатора (подразд. 14.10); допустимые величины осевых люфтов сель-

синов приведены в Справочнике. Если осевой люфт повышен, снять крышку подшипника в передней или задней крышке сельсина и установить в гнезда шарикоподшипников регулировочные шайбы из медной или латунной фольги толщиной

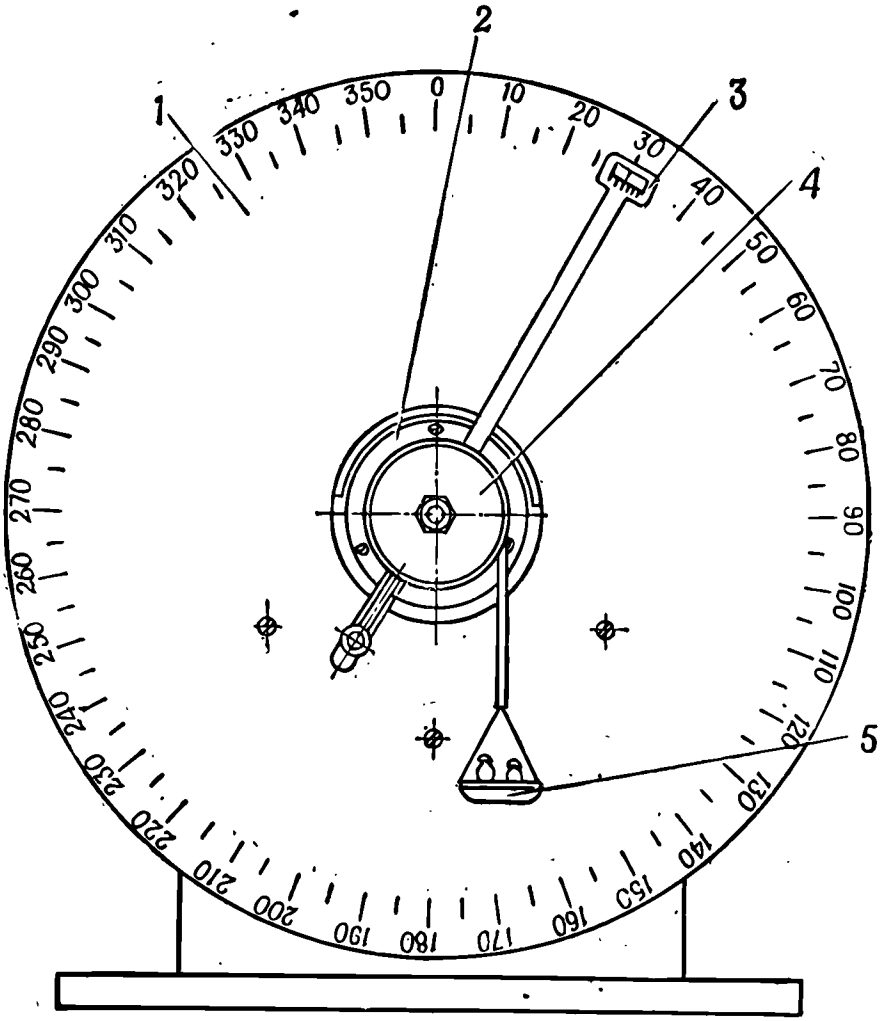


Рис. 181. Стенд для проверки статических моментов сельсина-приемника:

1 — диск со шкалой; *2* — испытуемый сельсин; *3* — стрелка; *4* — шкив; *5* — чашечка с грузом

0,05 мм (не более трех шайб); шайбы изготовить по диаметру наружного кольца шарикоподшипников; после регулировки осевого люфта проверить момент трения сельсина; проверку производить на стенде (рис. 181) аналогично тому, как это делается при проверке момента трения при дефектации сельсина;

проверить с помощью индикатора радиальное биение контактных колец наружного диаметра статора и концов оси ротора (подразд. 14.10).

Сборку бесконтактных сельсинов производить в такой последовательности:

насадить на валик ротора шарикоподшипники способом, описанным выше;

установить на валик ротора кольца и заштифтовать их коническими штифтами; концы штифта не должны выступать больше чем на 0,5 мм;

привинтить винтами крышки шарикоподшипников к крышкам сельсина;

в сельсинах БД-501А и БС-501А пропустить выводы обмоток в отверстие передней крышки и уложить их так, чтобы они не попали под замок крышки, поставить крышку на место и привинтить ее к корпусу;

посадить ротор с шарикоподшипниками в гнездо крышки (в гнездо задней крышки в сельсинах БД-501А и БС-501А) до упора наружного кольца в крышку шарикоподшипника; установку производить легким постукиванием деревянным молотком по концу валика ротора, не допуская перекоса шарикоподшипника в гнезде крышки;

ввести ротор вместе с крышкой в статор сельсина и, легко постукивая деревянным молотком по концу валика ротора, посадить шарикоподшипник в гнездо корпуса сельсина (в гнездо передней крышки в сельсинах БД-501А и БС-501А) до упора наружного кольца в крышку шарикоподшипника;

привинтить крышку сельсина к корпусу;

завести клеммы выводов в соответствующие гнезда клеммной колодки и закрепить их винтами, при этом не должно быть перекрещивания и резких перегибов выводных концов;

привинтить клеммную колодку к крышке сельсина;

смазать шарикоподшипники смазкой ЦИАТИМ-201;

проверить осевой люфт ротора и момент трения сельсина (подразд. 14.10); если осевой люфт повышен, снять крышку переднего шарикоподшипника и установить в гнездо регулировочные шайбы (не больше трех шайб);

в сельсине БС-404А установить на валик ротора демпфер и закрепить его гайкой;

проверить с помощью индикатора радиальное биение концов валика ротора, наружной поверхности корпуса и торцовое биение буртика корпуса (подразд. 14.10).

14.14. ИСПЫТАНИЯ СЕЛЬСИНОВ И ВРАЩАЮЩИХСЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

После ремонта собранный сельсин или вращающийся трансформатор необходимо испытать в целях проверки качества ремонта и соответствия характеристик отремонтированного сельсина или вращающегося трансформатора паспортным данным.

Перед испытанием должны быть проверены качество сборки и механические параметры (подразд. 14.10).

Испытания включают следующие проверки:

сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса;

величины сопротивления обмоток статора и ротора;
момента трения возбужденного сельсина;
максимального и удельного статических моментов сельсинов-приемников;
времени успокоения;
величин тока возбуждения и максимального вторичного напряжения;
точности работы сельсинов.

Проверку сопротивления изоляции и сопротивления обмоток производить по методике, описанной в подразд. 14.10.

14.14.1. Проверка момента трения возбужденного сельсина

Для проверки установить сельсин на призме или в приспособлении (рис. 181) и закрепить на валике ротора сельсина шкив диаметром 20 мм. Вокруг шкива на 2—3 оборота обвернуть нить с привязанной к ней чашечкой для груза и подать номинальное напряжение на обмотку возбуждения.

Установить груз на чашечку и увеличивать его до тех пор, пока шкив вместе с ротором не начнет вращаться. Произведение радиуса шкива на массу груза (с учетом массы чашечки), при которой нить полностью сматывается со шкива, равно моменту возбужденного сельсина. Полученный момент трения не должен превышать величин, указанных в Справочнике.

14.14.2. Проверка максимального и удельного статических моментов сельсинов-приемников

Испытуемый сельсин-приемник закрепить на стенде со шкалой, разделенной на 360°, и с ценой деления 5°, затем подключить к соответствующему сельсину-датчику, ротор которого заторможен (рис. 181). На валике сельсина-приемника закрепить стрелку и шкив диаметром 50 мм. К шкиву на нити подвесить груз, создающий момент нагрузки. С увеличением груза будет увеличиваться угол рассогласования между сельсином-приемником и сельсином-датчиком. Максимальный статический момент приемника соответствует максимальному углу рассогласования, после достижения которого сельсин-приемник выходит из синхронизма. Статический момент определяется произведением массы груза на радиус шкива.

Для определения удельного статического момента измерить статический момент, соответствующий углу рассогласования 5°, и разделить его на число градусов (равное пяти).

Измеренные номинальные величины максимального и удельного статических моментов должны соответствовать данным, указанным в Справочнике.

14.14.3. Проверка времени успокоения

Время успокоения проверять следующим способом.

Испытуемый сельсин-приемник подключить к датчику, ротор которого заторможен. На валике сельсина-приемника укрепить стрелку *1* (рис. 182) из листовой стали с нониусом, предварительно уравновешенную грузиком *2*.

При включении напряжения отвести стрелку от согласованного положения на угол, равный 179°, и затем отпустить ее. Время колебаний ротора сельсина-приемника от момента отпускания стрелки до установки его в согласованное положение не должно превышать 3 с. Для сельсина ЭД-101 время успокоения не должно превышать 4 с.

Если время успокоения превышает приведенное выше значение, вторично тщательно проверить сельсин, а также проверить постоянство контакта в щетках (подразд. 14.10) и величину питающего напряжения.

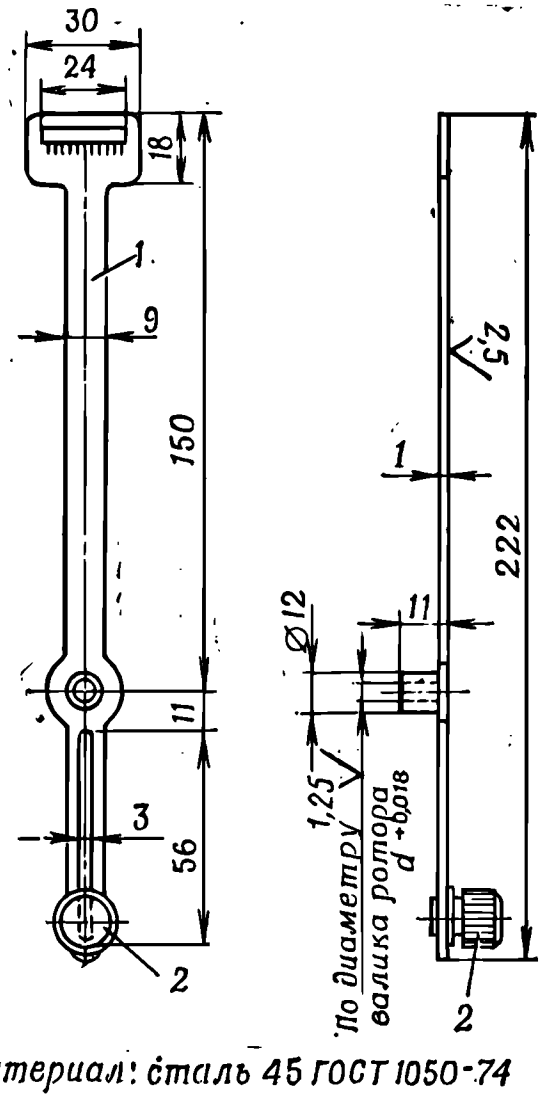


Рис. 182. Стрелка с нониусом:
1 — стрелка; *2* — грузик

14.14.4. Проверка величин тока возбуждения и максимального вторичного напряжения

Для измерения тока возбуждения включить в цепь возбуждения амперметр и подать на обмотку возбуждения номинальное напряжение. Вторичная обмотка при этом должна быть разомкнута.

Вторичное напряжение измерять поочередно между каждой парой выводов вторичной (трехфазной) обмотки ламповым вольтметром.

При измерении ротор сельсина медленно поворачивать рукой до получения максимального показания вольтметра. Разность линейных напряжений сельсина не должна превышать 0,5 В.

Измеренные величины тока возбуждения и максимального вторичного напряжения должны соответствовать номинальным значениям, приведенным в Справочнике.

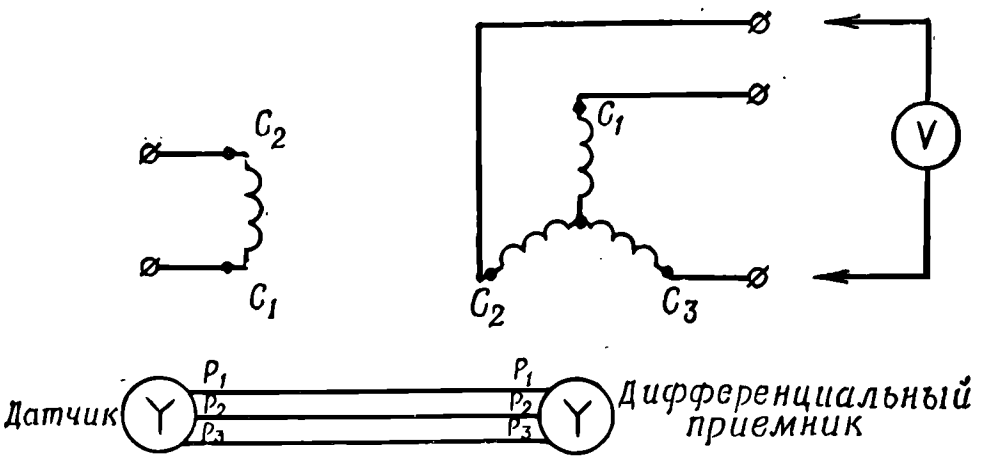


Рис. 183. Схема проверки симметрии линейных напряжений фаз статора дифференциального сельсина-приемника:
V — вольтметр переменного тока кл. 2,5 с пределом измерений 60 В

В дифференциальных сельсинах-приемниках величину вторичных линейных напряжений фаз ротора не измерять. Разность линейных напряжений фаз статора определять следующим образом: соединить дифференциальный приемник с сельсином-датчиком с заторможенным ротором, как показано на рис. 183. На обмотку возбуждения сельсина-датчика подать напряжение 110 В, 50 Гц. Вращая ротор сельсина-датчика, измерить максимальные значения напряжения между каждой парой фаз статора. Разность между полученными значениями напряжения не должна превышать 0,5 В.

15. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ТРАНСФОРМАТОРАХ И ДРОССЕЛЯХ

15.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящем разделе рассматриваются методы отыскания неисправностей и ремонт трансформаторов:

силовых в блоках питания;

анодных на частоты 50 и 400 Гц;

накальных на частоты 50 и 400 Гц;

анодно-накальных на частоты 50 и 400 Гц;

согласования низкочастотных типа ТНС;

малогабаритных импульсных, имеющих магнитопровод ленточной конструкции, Ш-образных магнитопроводов и т. п.;

автотрансформаторов типа РНО, а также низкочастотных дросселей, применяемых в фильтрах блоков питания.

Основные данные, необходимые для ремонта трансформаторов и низкочастотных дросселей (тип железа, марка провода, тип изоляции, электрические параметры), приведены в частных Руководствах по ремонту. Трансформаторы, залитые эпоксидными компаундами, к которым относятся и малогабаритные унифицированные трансформаторы с магнитопроводом из пермаллоя типа МИТ, ММТЛ, ТФМ, ММТС неремонтопригодны; в частных руководствах по ремонту справочные данные на них не приводятся. В настоящем разделе указанные трансформаторы не рассматриваются.

В настоящем разделе не рассматривается также ремонт тороидальных трансформаторов и дросселей, так как обмотки их должны выполняться на специальных станках, отсутствующих в войсковых частях. В руководстве не даны указания по склеиванию половин Ш-образных сердечников из феррита. Эти данные приводятся в частных руководствах по ремонту.

Трансформаторы и дроссели с железными сердечниками по конструкции делятся на три типа:

открытого исполнения (рис. 184);

полузакрытого исполнения (рис. 185);

закрытого исполнения или герметизированные (рис. 186);

автотрансформаторы типа РНО (рис. 187).

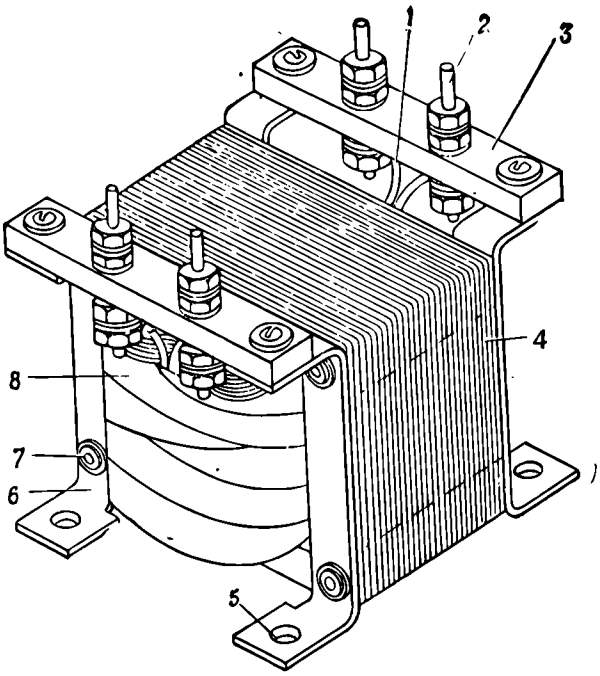


Рис. 184. Трансформатор открытого исполнения:

1 — вывод; *2* — клемма; *3* — клеммная колодка; *4* — магнитопровод; *5* — отверстие для крепления трансформатора к шасси; *6* — скоба; *7* — стяжная шпилька; *8* — обмотка

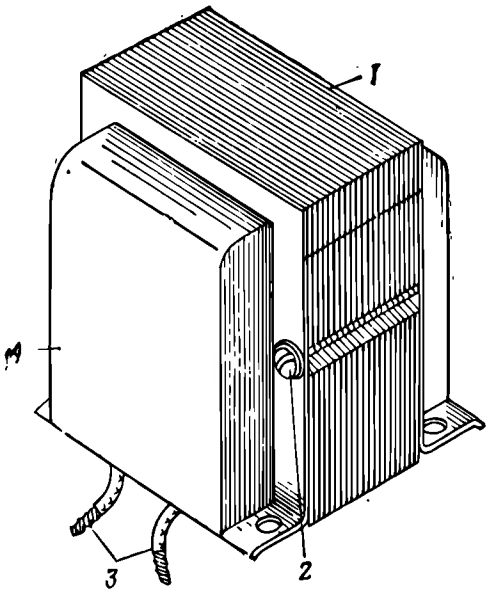


Рис. 185. Дроссель полузакрытого исполнения:

1 — магнитопровод; *2* — стяжной болт; *3* — выводы обмотки; *4* — защитная крышка

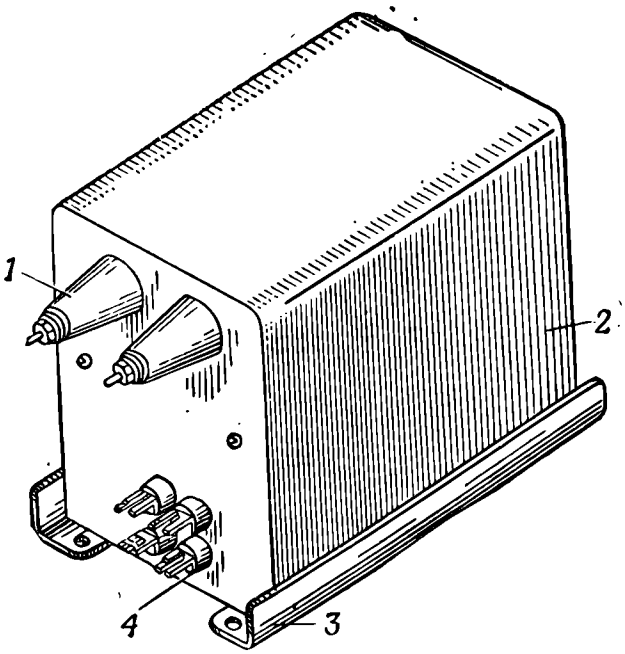


Рис. 186. Трансформатор закрытого исполнения:

1 — изоляторы со шпильками; *2* — кожух; *3* — скоба с отверстиями для крепления трансформатора; *4* — изоляторы с лепестками

Рабочее место должно быть снабжено станком для намотки катушек трансформаторов и дросселей, съемными слесарными тисками, а также электроизмерительными приборами для проверки и испытания трансформаторов и дросселей.

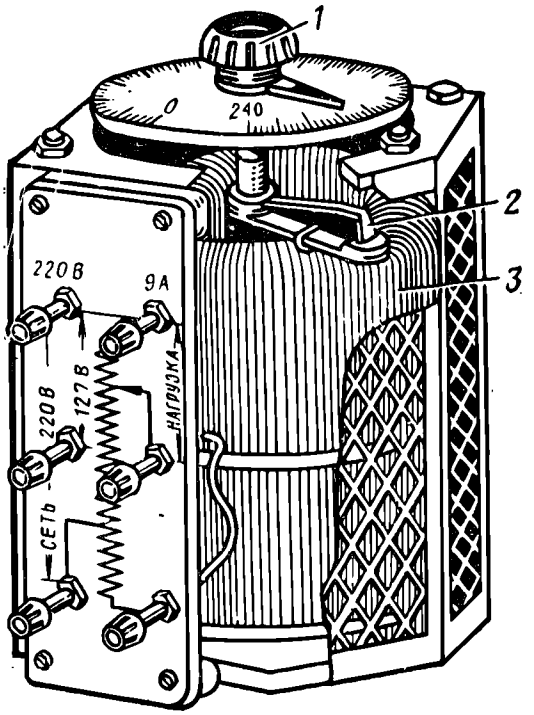


Рис. 187. Регулировочный автотрансформатор типа РНО:
1 — ручка регулятора; *2* — щеткодержатель; *3* — обмотка

15.2. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ

В процессе эксплуатации трансформаторов и дросселей вследствие естественного старения, нарушения нормальных условий работы и правил эксплуатации возможно появление различного рода неисправностей. Возникновение неисправностей может быть обусловлено как внешними причинами (повышение первичного напряжения, неисправности в цепях схемы, связанных с трансформатором или дросселем, и т. п.), так и внутренними (старение или отсыревание изоляции, обрыв провода обмотки, замыкание между пластинами магнитопровода).

Характерные признаки неисправности:

изменение напряжений на выводах вторичных обмоток или на выходе фильтра (для дросселей);

перегрев обмоток или сердечника;

вытекание компаунда;

сильное гудение трансформатора;

увеличение тока, потребляемого трансформатором;

срывы регулируемого напряжения (для автотрансформатора).

Наиболее часто встречающиеся неисправности трансформаторов (автотрансформаторов) и дросселей, обусловленные внутренними причинами, перечислены в табл. 38 и 39.

Таблица 38

Перечень

наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей в трансформаторах

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
1. Отсутствуют напряжения на всех вторичных обмотках	Обрыв или замыкание между выводами в первичной обмотке	Проверить сопротивление первичной обмотки
2. Отсутствует напряжение на одной из вторичных обмоток	Обрыв во вторичной обмотке	Проверить сопротивление вторичной обмотки
3. Уменьшено напряжение на вторичной обмотке	Замыкание между витками вторичной обмотки или замыкание обмотки на корпус в двух или более местах	Проверить ток холостого хода трансформатора
4. Повышены напряжения на всех вторичных обмотках	Замыкание между витками первичной обмотки или замыкание ее на корпус в двух или более местах	То же
5. Перегрев трансформатора	Замыкание между витками в обмотках или обмоток на корпус в двух или более местах. Замыкание между пластинами магнитопровода из-за плохой изоляции пластин или стяжиых шпилек. Неплотная сборка (шихтовка) магнитопровода	Проверить ток холостого хода трансформатора
6. Вытекание компаунда из кожуха герметизированного трансформатора при перегреве	Механическое повреждение кожуха. Нарушение пайки крышки к кожуху	Осмотреть кожух и место пайки крышки к кожуху
7. Появление повышениого неравномерного шума внутри трансформатора (автотрансформатора)	Неплотная сборка магнитопровода трансформатора	Осмотреть крепление деталей кожуха, проверить плотность сборки магнитопровода (в трансформаторе открытого исполнения), величину питающего напряжения, ток нагрузки

Таблица 39

Перечень

наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей в дросселях

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод проверки
1. Отсутствует напряжение на выходе дросселя фильтра	Обрыв намотки или нарушение контакта в выводах	Проверить сопротивление обмотки между ее выводами
	Замыкание обмотки на корпус	Проверить сопротивление изоляции обмотки
2. Увеличена пульсация выпрямленного напряжения на выходе дросселя фильтра	Замыкание между витками обмотки	Проверить индуктивность дросселя
	Зазор в сердечнике не соответствует требуемому в результате некачественного предыдущего ремонта (отсутствует или неправильно установлена диамагнитная прокладка)	То же
	Неплотная сборка магнитопровода при предыдущем ремонте	»
Перегрев дросселя	Замыкание обмотки на корпус	Проверить сопротивление изоляции обмотки

При отыскивании причин неисправности трансформаторов и дросселей следует иметь в виду, что причиной могут быть неисправности в цепях схемы, связанных с трансформатором или дросселем.

Единичное замыкание обмотки на корпус в некоторых схемах не влияет на работу трансформатора или дросселя, но может стать причиной неисправности других элементов схемы или ее ненормальной работы. Если цепь соединена с корпусом, то даже единичное замыкание приводит к уменьшению напряжения на выводах обмотки и к ее перегрузке. В обоих случаях замыкание должно быть устранено.

15.3. ПРОВЕРКА ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ ПО МЕСТУ УСТАНОВКИ

Проверку трансформаторов и дросселей по месту их установки выполнять внешним осмотром и электрической проверкой.

15.3.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить крепление трансформатора (дросселя) к шасси блока и состояние кожуха, выводов и изоляторов, а также осмотреть пайки или места крепления проводов монтажа к выводам.

Кожух трансформатора или дросселя закрытого исполнения не должен иметь нарушения герметичности, которое может быть обнаружено по вытеканию компаунда. Допускаются незначительные вмятины кожуха, а также сколы керамических и стеклянных изоляторов, не нарушающие герметичности и не ведущие к повышенной утечке или пробою. Поверхностный пробой изоляторов можно обнаружить по появлению на них копоти. Качка изоляторов в гнездах недопустима.

В трансформаторах открытого исполнения осмотреть все доступные детали и убедиться в том, что магнитопровод плотно стянут шпильками или скобами, обмотка не имеет нарушенной изоляции, выводы хорошо изолированы, не имеют обрывов и надежно прикреплены к лепесткам или клеммам платы трансформатора или к деталям блока (в случае отсутствия клеммной платы).

На обмотках, покрытых лаком, не должно быть трещин и вздутий слоя лакового покрытия. Металлические детали не должны иметь коррозии. Выводы и клеммы должны иметь четкую маркировку.

В автотрансформаторах обратить особое внимание на контактирование щетки с рабочей частью обмотки. Кожух, защищающий обмотку автотрансформатора от механических повреждений и от прикосновения к частям, находящимся под напряжением, не должен иметь нарушений лакокрасочного или эмалевого покрытия. На плате автотрансформатора должны быть нанесены обозначения, необходимые при эксплуатации: СЕТЬ, НАГРУЗКА, БОЛЬШЕ, МЕНЬШЕ.

15.3.2. Электрическая проверка

Электрическая проверка трансформаторов и дросселей проводится в процессе проверки блока согласно данным, приведенным в соответствующих руководствах по ремонту, руководстве службы или техническом описании изделий.

Обычно руководствами по ремонту изделий отдельная электрическая проверка трансформаторов и дросселей не предусматривается, а все необходимые сведения включены в таблицы сопротивлений, напряжений, трансформаторов и дросселей.

При электрической проверке измерить:

сопротивление обмоток постоянному току;

сопротивление изоляции обмоток между собой и относительно корпуса (только в случае необходимости);

напряжения на выводах обмоток.

Методы измерений сопротивления обмоток постоянному току и сопротивления изоляции обмоток изложены в подразд. 15.4. Если обмотка включена в цепь, электрически соединенную с корпусом, сопротивление ее изоляции от корпуса не проверять.

Обмотки трансформаторов, имеющие вывод средней точки, должны быть проверены на симметричность напряжений половин обмотки. Несимметричность напряжений подсчитывается по формуле, приведенной в п. 15.4.3.

При проверке в блоке не рекомендуется отсоединять провода монтажа от выводов трансформатора или дросселя.

Если при проверке блока в результате внешнего осмотра и электрической проверки трансформатора (дросселя) обнаружены неисправности, трансформатор (дроссель) необходимо снять и провести более тщательную проверку.

15.4. ПРОВЕРКА ОТДЕЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА (ДРОССЕЛЯ)

При отыскании неисправностей трансформатора (дросселя), как правило, требуется отсоединить провода монтажа от его выводов. Если неисправность не удается устранить на месте или неудобно проверить трансформатор (дроссель) в блоке, необходимо снять его и подвергнуть тщательной проверке.

Трансформатор проверять внешним осмотром и электрической проверкой.

При электрической проверке необходимо:

измерить сопротивление обмоток постоянному току;

измерить сопротивление изоляции обмоток между собой и относительно корпуса;

проверить трансформатор в режиме холостого хода.

При электрической проверке дросселей измерить:

сопротивление обмотки постоянному току;

сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса;

индуктивность дросселя.

15.4.1. Измерение сопротивления обмоток постоянному току

Измерение сопротивления обмоток позволяет судить о наличии обрыва в обмотке, коротком замыкании значительной части витков, об ухудшении контакта в местах пайки выводов или внутри обмотки.

Сопротивление обмоток измерять у всех обмоток на всех доступных ответвлениях. У трехфазных трансформаторов измерять сопротивление каждой обмотки для всех трех фаз. При наличии вывода нейтральной точки измерять фазное сопро-

тивление, при его отсутствии — линейные сопротивления. В последнем случае фазное сопротивление будет:

при схеме соединения звездой $r_ф = {}^1/_2 r_{изм}$;

при схеме соединения треугольник $r_ф = {}^3/_2 r_{изм}$.

Если при измерении линейных сопротивлений (при схеме звездой) получились разные их значения, то фазные сопротивления можно определить по формулам:

$$r_а = \frac{r_{ав} + r_{ас} - r_{ас}}{2};$$

$$r_в = \frac{r_{ав} + r_{вс} - r_{ас}}{2};$$

$$r_с = \frac{r_{ас} + r_{вс} - r_{ав}}{2}.$$

Если расхождение измеренных сопротивлений разных фаз превышает ±2% от среднего значения, то необходимо установить причину расхождения; только после этого может быть решен вопрос о пригодности трансформатора.

Сопротивление обмоток измерять омметрами. Малые сопротивления обмоток (до 3 Ом) можно измерять мостовыми приборами для измерения малых сопротивлений, а при отсутствии их — методом вольтметра-амперметра.

Измеренная величина сопротивления обмоток должна соответствовать данным таблицы трансформаторов и дросселей или таблицы сопротивлений.

В таблицах величины сопротивлений обмоток приводятся обычно для температуры 20°С. Если измерение производится при температуре, отличной от 20°С, необходимо полученное значение сопротивления обмотки привести к 20°С по формуле, приведенной в п. 14.7.1.

Допустимые отклонения величины сопротивления обмотки от требуемой указаны в таблицах трансформаторов и дросселей. Если же эти данные отсутствуют, для определения допустимых отклонений руководствоваться табл. 40.

Таблица 40

Допустимые отклонения величин сопротивления обмоток трансформаторов и дросселей

Наименование обмотки	Допустимое отклонение, %
Первичная	±10
Анодная	±15
Накальная	±20
Обмотка дросселя	±10

Если величина сопротивления обмотки выходит за пределы допустимых значений, особенно тщательно проверить трансформатор в режиме холостого хода и испытать его на продолжительную работу под номинальной нагрузкой (подразд. 15.8), а у дросселя измерить индуктивность.

Если при этих проверках не будет обнаружено неисправностей, трансформатор или дроссель считается исправным и допускается к установке в блок. В случае отклонения измеренных величин от требуемых или перегрева обмотки трансформатор или дроссель разобрать в целях определения характера неисправности.

15.4.2. Измерение сопротивления изоляции между обмотками и относительно корпуса

Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора измерять в случае необходимости мегаомметром, последовательно подключая его между выводами двух соседних обмоток, не соединенных между собой, а при измерении сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса — между корпусом (магнитопроводом) и выводом одной из обмоток, который на время измерения электрически соединяется с выводами всех других обмоток.

Величины сопротивления изоляции приведены в частных руководствах по ремонту станций. Если в соответствующем руководстве не указана величина сопротивления изоляции, то исходить из следующего:

сопротивление изоляции для максимальных значений рабочего напряжения цепи до 0,5 кВ должно быть не менее 20 МОм;

сопротивление изоляции для максимальных значений рабочего напряжения цепи от 0,5 до 10 кВ должно быть не менее 100 МОм на каждые полные или неполные 1000 В амплитудного напряжения.

Величину напряжения при измерении сопротивления изоляции выбирать в зависимости от максимального рабочего напряжения цепи по табл. 41.

Таблица 41

Величина напряжения при измерении сопротивления изоляции

Максимальное рабочее напряжение, В (ампл.)	Напряжение постоянного тока при измерении, В
До 100	100—200
От 100 до 500	250—500
Свыше 500	800—1000

15.4.3. Проверка трансформатора в режиме холостого хода

При проверке трансформатора в режиме холостого хода измерить:

ток холостого хода;

напряжения на вторичных обмотках;

симметричность напряжений половин обмоток, имеющих вывод средней точки.

Для проверки на первичную обмотку подать номинальное напряжение номинальной частоты. Все вторичные обмотки при этом должны быть разомкнуты.

Измерение тока холостого хода

Для измерения тока холостого хода в цепь первичной обмотки включить амперметр. Величина измеряемого тока не должна превышать значения, приведенного в таблице трансформаторов, помещенной в частном руководстве по ремонту.

Увеличение тока холостого хода сверх допустимой величины свидетельствует о наличии в обмотках короткозамкнутых витков, о замыкании пластин магнитопровода между собой и со стяжными шпильками, о неполной или неправильной сборке (шихтовке) магнитопровода. Если при этой проверке не будет обнаружено неисправностей, трансформатор считается исправным и допускается к установке в блок. Если же в результате проверок будут обнаружены отклонения измеренных величин от требуемых, трансформатор разобрать в целях определения характера неисправности.

Измерение напряжений на вторичных обмотках

Напряжения на вторичных обмотках измерять вольтметром переменного тока. На первичную обмотку при этом подать номинальное напряжение. Напряжение высоковольтных трансформаторов допускается измерять при питании первичной обмотки пониженным напряжением, но не меньшим 10% номинального. Измеренные величины напряжений должны соответствовать данным соответствующих таблиц, приведенных в частном руководстве по ремонту или в инструкции по эксплуатации.

Проверка симметричности напряжений половин обмотки, имеющей вывод от средней точки

Симметричность половин обмотки, имеющей вывод от средней точки, проверяется измерением напряжений U_1 и U_2 на вы-

водах обмотки относительно ее средней точки. Несимметричность напряжений подсчитывается по формуле

$$a = \frac{U_1 - U_2}{U_1 + U_2} 200\%.$$

Полученное значение несимметричности a не должно превышать для анодных обмоток 1%, для обмоток накала — 5%.

15.4.4. Измерение индуктивности дросселей с постоянным подмагничиванием

Индуктивность дросселя с постоянным подмагничиванием рекомендуется измерять по месту установки при его работе в схеме фильтра выпрямителя. Для этого отпаять от вывода *2*

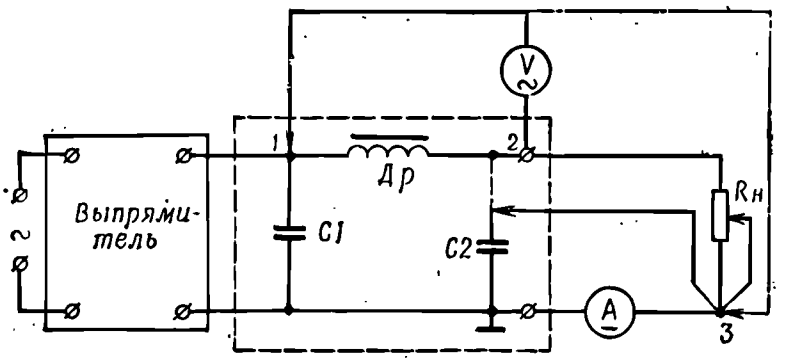


Рис. 188. Схема для измерения индуктивности дросселя в фильтре выпрямителя:
$R_н$ — сопротивленне нагрузки; *Д* — дроссель фильтра выпрямителя; *С1*, *С2* — конденсаторы фильтра; *V* — ламповый вольтметр переменного тока; *А* — амперметр постоянного тока для измерения тока нагрузки

дросселя (рис. 188) провода монтажа блока и вывод выходного конденсатора *С2* фильтра. Эквивалентное сопротивление $R_н$ нагрузки выпрямителя подключить к выходу фильтра последовательно с амперметром постоянного тока. Вывод выходного конденсатора *С2* соединить с точкой *3* так, чтобы он шунтировал амперметр.

Включить выпрямитель и изменением сопротивления $R_н$ установить номинальный постоянный ток нагрузки, контролируя его амперметром. Затем ламповым вольтметром переменного тока измерить отдельно напряжение пульсации на дросселе и на нагрузке $R_н$. Отключив нагрузку, измерить величину сопротивления $R_н$.

Индуктивность дросселя определять по формуле

$$L_x = \frac{\sqrt{U_1^2 R_н^2 - U_2 R_{др}^2}}{2\pi f_п U_2},$$

где L_x — индуктивность дросселя, Г;
U_1 — напряжение пульсаций, измеренное на дросселе, В;

U_2 — напряжение пульсаций, измеренное на сопротивлении $R_н$;

$R_{др}$ — сопротивление обмотки дросселя постоянному току, Ом;

$f_п$ — частота пульсаций выпрямленного напряжения, Гц.

Частоту пульсаций определять по формуле

$$f_п = kf,$$

где k — коэффициент, зависящий от схемы выпрямителя;

f — частота переменного тока, питающего выпрямитель, Гц.

Значения коэффициента k кратности частоты пульсаций для различных схем выпрямления приведены в табл. 42.

Таблица 42

Кратность частоты пульсаций для различных схем выпрямления

Схема выпрямления	Кратность частоты пульсаций (коэффициент k)
Однотактная однофазная (однополупериодная)	1
Двухтактная двухфазная (двухполупериодная)	2
Мостовая (двухполупериодная)	2
Схема удвоения	2
Однотактная трехфазная	3
Двухтактная трехфазная	6

Измеренная величина индуктивности должна быть в пределах, указанных в таблицах дросселей частных руководств по ремонту. Отклонение ее от допустимой указывает на наличие короткозамкнутых витков в обмотке дросселя или на изменение величины диамагнитного зазора в сердечнике. Для уточнения характера неисправности и ее устранения нужно разобрать дроссель.

15.5. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ БЕЗ РАЗБОРКИ

В трансформаторах и дросселях закрытого исполнения без их разборки можно заменять неисправные изоляторы, монтажные лепестки на выводах и подкрашивать кожуха. Замене подлежат изоляторы, имеющие трещины и значительные сколы, нарушающие герметичность. Для снятия неисправного изолятора шабером или наждачной шкуркой зачистить от краски место пайки его к крышке. Затем, прогревая паяльником место пайки изолятора, отделить его от крышки и отпаять от лепестка шпильки вывод обмотки.

Новый изолятор перед установкой облудить по металлизированному пояску припоем ПОС-61, не допуская местного перегрева изолятора. Предварительно равномерно прогреть стеклянные изоляторы до температуры 120—150°С.

Затем припаять к шпильке вывод обмотки и установить изолятор в гнезде крышки. Вокруг фланца положить нарезанный мелкими кусочками припой с канифолью и паяльником прогреть его до плавления. Припой должен лечь ровным слоем вокруг фланца и иметь ровное сцепление с фланцем изолятора и металлом крышки. Припаивать изоляторы нужно быстро хорошо нагретым паяльником, так как при длительном нагреве возможно растрескивание изоляторов. После установки изолятора место его пайки к крышке закрасить краской.

В трансформаторах и дросселях открытого и полузакрытого исполнения без их разборки можно затягивать и заменять стяжные шпильки, восстанавливать нарушенную изоляцию выводов, укреплять выводные лепестки и заменять клеммные платы.

В случае разрушения изоляции вывода обмотки отпаять вывод от лепестка клеммной платы, снять разрушенную изоляцию, нанести на этот участок бакелитовый лак и надеть линоксиновую или хлорвиниловую трубку, закрепив ее бандажом из ниток. Затем вывод припаять к лепестку клеммной платы.

Поврежденную клеммную плату заменить новой. Новую плату изготовить по образцу из гетинакса или текстолита и бакелизировать, как указано в подразд. 18.4. После бакелизации укрепить на клеммной плате лепестки для пайки выводов.

15.6. РАЗБОРКА И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ

15.6.1. Частичная разборка трансформаторов и дросселей закрытого исполнения

Частичная разборка имеет целью выявить причины неисправности и определить характер дальнейшего ремонта.

Частичная разборка трансформаторов и дросселей закрытого исполнения заключается в извлечении их из кожуха.

Перед разборкой расплавить и слить компаунд из кожуха. Для этого счистить шабером слой краски в месте пайки пробок отверстий для заливки компаунда, прогреть пробки по периметру достаточно мощным паяльником до расплавления припоя и вынуть пробки. Трансформатор (дроссель) поместить в камеру, обеспечивающую равномерный нагрев трансформатора до температуры расплавления компаунда. Трансформатор в камере расположить вниз отверстием для заливки, подставив под отверстие противень для стекания компаунда. В транс-

форматорах и дросселях, не имеющих пробок для заливки компаунда, распаять и снять дно кожуха.

После удаления компаунда из кожуха счистить шабером слой краски в месте пайки крышки к кожуху и, прогревая шов паяльником до полного расплавления припоя, выпаять крышку из кожуха. Чтобы предотвратить затвердение припоя во время распайки, разрешается подогревать место пайки в пламени паяльной лампы, избегая при этом перегрева. После распайки вынуть крышку с трансформатором (дросселем) из кожуха.

15.6.2. Проверка после частичной разборки

Проверка после частичной разборки включает внешний осмотр, измерение сопротивления изоляции и сопротивления неисправных обмоток.

Понижение сопротивления изоляции, короткие замыкания и обрывы, обнаруженные при дефектации собранного трансформатора, могут быть из-за пробоя проходных изоляторов, обрыва или нарушения контакта в местах пайки выводов обмотки к лепесткам или шпилькам изоляторов и замыкания выводов между собой и на корпус.

При внешнем осмотре особое внимание обращать на состояние изоляции выводов, надежность их соединения (пайки) с лепестками или шпильками изоляторов, а также на состояние самих изоляторов.

В случае обнаружения пониженного сопротивления изоляции отсоединить выводы неисправной обмотки от лепестков или шпилек изоляторов и проверить отдельно сопротивления изоляции обмотки и проходных изоляторов. Изоляторы перед проверкой очистить и протереть насухо чистой ветошью.

При отыскивании места обрыва проверить контакт в местах соединения выводов с лепестками и шпильками изоляторов.

Если в результате проверки окажется, что неисправность вызвана повреждением обмотки или ее изоляции, произвести полную разборку.

15.6.3. Полная разборка трансформатора (дросселя)

Полную разборку производить в следующем порядке:

отпаять выводы обмоток от лепестков изоляторов;

снять клеммную плату или крышку с изоляторами;

очистить магнитопровод от компаунда, освободить его от стяжных шпилек и расшихтовать (разобрать сердечник на отдельные пластины).

Полная разборка допускается лишь в случае необходимости. При расшихтовке избегать повреждения пластин магнитопровода.

Эмалированный провод пропитанных обмоток диаметром менее 0,5 мм обычно не используется для повторной намотки. Поэтому перед разборкой магнитопровода с такой обмоткой разрезать ее ножовочным полотном или ножом и удалить.

Провод диаметром более 0,5 мм можно использовать повторно, для чего смотать его на пустую катушку. Разматывать провод нужно на намоточном станке при малых оборотах, соблюдая осторожность, чтобы не повредить изоляцию провода.

Если обмотка выполнена проводом в хлопчатобумажной или шелковой изоляции, который может быть использован для повторной намотки, расшихтовывать магнитопровод так, чтобы не повредить изоляцию провода. Если магнитопровод не поддается разборке, нагреть его до температуры плавления компаунда. Затем отогнуть крайнюю пластину магнитопровода и удалить ее с помощью ручных тисков или плоскогубцев. Аналогично удалить две-три следующие пластины. Дальнейшая разборка не представляет трудности.

При разборке и сборке трансформаторов рекомендуется применять следующий инструмент и приспособления: тиски настольные, плоскогубцы универсальные, молоток, ключи торцовые по размерам стяжных шпилек, набор отверток, паяльник, припой и флюс.

Для выплавки заливочного компаунда можно использовать электрическую плитку. В этом случае трансформатор, из которого выплавляется компаунд, в закрытой посуде устанавливается на плитку.

15.6.4. Проверка деталей трансформатора (дросселя) после полной разборки

Детали после полной разборки трансформатора (дросселя) проверить в целях определения их годности для использования во вновь наматываемом трансформаторе (дросселе).

Трансформаторные пластины не должны иметь забоин, трещин, погнутостей и нарушения изоляционного покрытия; щеки и гильзы каркаса должны быть исправны и надежно соединены между собой; крепежные детали и стяжные шпильки не должны иметь коррозии, погнутостей, повреждений резьбы и шлицев; угольники и стойки не должны иметь коррозии, деформаций и нарушения защитных покрытий. Неисправные детали, не подлежащие восстановлению, браковать и при сборке заменять новыми.

15.6.5. Ремонт деталей и сборок трансформатора

Трансформаторные пластины расшихтованного магнитопровода очистить от остатков компаунда. Погнутые пластины выправить киянкой на гладкой плите. Ржавчину с поверхности

пластин удалить шлифовальной шкуркой с зернистостью 40—80 ГОСТ 5009—75. Пластины с нарушенным изоляционным покрытием после очистки покрыть методом окунания бакелитовым лаком, разведенным спиртом-ректификатом до удельного веса 0,9—0,95 и нагретым до температуры 40°С.

После окунания удалить излишки лака встряхиванием пластин, просушить их на воздухе в течение 2 ч, а затем в печи при температуре 110—120°С в течение 5—6 ч. Если оборудования для бакелизации нет, нанести кистью на одну сторону пластины бакелитовый лак, разведенный в спирте-ректификате, и просушить на воздухе в течение 8—10 ч.

Двустороннему покрытию подвергать половину всего количества пластин магнитопровода, а одностороннему покрытию — все пластины.

Поврежденную резьбу стяжных шпилек исправить прогонкой плашками. Сильно поврежденные шпильки перенарезать на резьбу меньшего размера или изготовить заново.

Поврежденную изоляцию стяжных шпилек заменить новой. Для этого вырезать заготовку из электрокартона толщиной 0,1 мм или кабельной бумаги, нанести слой бакелитового лака или казеинового клея, затем заготовку навить на ненарезанную часть шпильки и просушить при температуре 100—120°С в течение 2 ч.

Шпильки трансформаторов с рабочим напряжением выше 1 кВ изолировать кабельной бумагой на казеиновом клею или бакелитовом лаке.

Изготовление каркасов и намотку обмоток производить согласно указаниям, данным в разд. 17. Данные обмоток приведены в частных руководствах по ремонту.

15.7. СБОРКА ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ

После намотки и изолирования катушки трансформаторов и дросселей шихтовать железом.

Шихтовкой называется сборка магнитопровода из отдельных пластин.

Магнитопроводы трансформаторов шихтуют, как правило, вперекрышку (рис. 189, *а*), а дросселей, работающих с постоянным подмагничиванием,— встык (рис. 189, *б*).

При шихтовке магнитопроводов вперекрышку Ш-образные пластины следует вставлять в окно каркаса поочередно с обеих сторон. Замыкающие пластины ставить встык с выступами Ш-образных пластин.

Перед установкой последних пластин магнитопровода крайнюю зашихтованную пластину сдвинуть к стенке гильзы каркаса. Последние пластины вставлять между крайней и остальными зашихтованными пластинами магнитопровода. Допускается забивать последние пластины киянкой.

В случае трудности шихтовки последних пластин разрешается собирать их не вперекрышку, а встык. Для этого три-четыре последние пластины сложить вместе выступами в одну сторону и забить в окно каркаса, после чего поставить на место замыкающие пластины. Шихтовать нужно осторожно, не допуская повреждений каркаса катушки и трансформаторных пластин.

При шихтовке магнитопроводов встык Ш-образные пластины вставлять в окно каркаса с одной стороны. Шихтовка должна быть плотной; качка пластин в пакете не допускается.

Пластины магнитопровода с двусторонней бакелизацией для достижения требуемой толщины пакета при заданном числе пластин укладывать, чередуя их через одну с небакелизированными. Пластины с односторонней изоляцией бакелитовым лаком укладывать изолированными поверхностями в одну сторону. После шихтовки набранный пакет выровнять на металлической плите, постукивая по его торцам деревянным молотком. При выравнивании пакетов трансформаторов следить за тем, чтобы пластины пакета вплотную, без зазора доходили до замыкающих пластин, но не налезали одна на другую. Поверхность торцов пакета должна быть ровной, а отверстия в пластинах под стяжные шпильки должны совпадать. Выровненный пакет стянуть шпильками и проверить его толщину, которая должна соответствовать данным таблицы трансформаторов и дросселей.

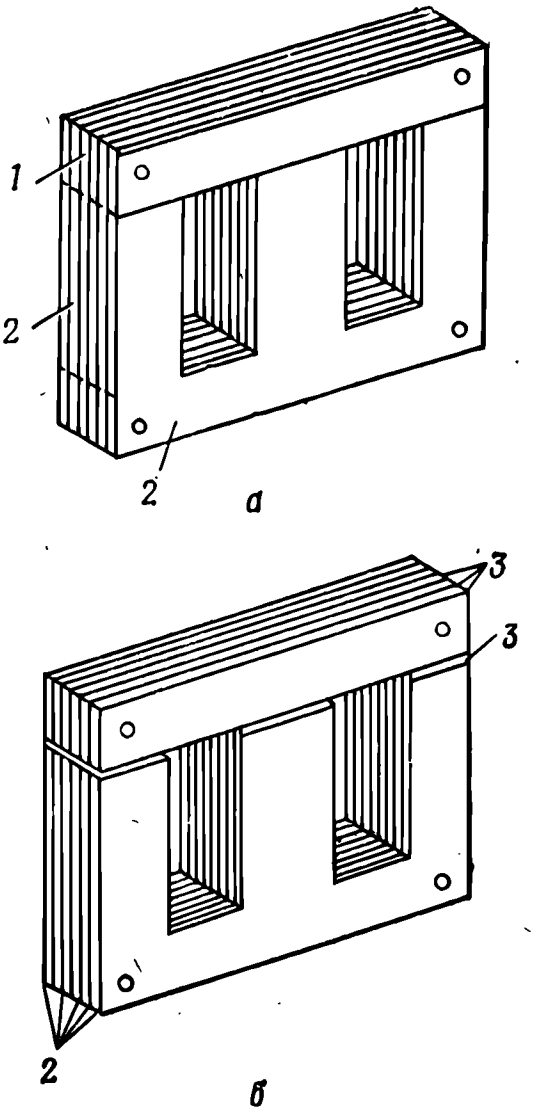


Рис. 189. Схема сборки магнитопровода из Ш-образных пластин:
1 — замыкающие пластины; *2* — Ш-образные пластины; *3* — зазор между пакетом Ш-образных пластин и пакетом замыкающих пластин; *а* — вперекрышку; *б* — встык

В некоторых типах трансформаторов, сердечники которых набраны из пластин небольших размеров, пакет стягивается с помощью полых шпилек с развальцованными концами (рис. 190). В случае необходимости допускается замена полых шпилек шпильками с гайками.

Если пакет стягивается скобами, то их нужно изолировать от магнитопровода прокладкой из электрокартона.

Дроссели, работающие с постоянным подмагничиванием, имеют сердечник с зазором, указанным в таблице дросселей. Требуемый зазор в сердечнике достигается установкой на стыке пластин прокладки из кабельной бумаги, листового текстолита или гетинакса соответствующей толщины. Величина зазора влияет на индуктивность дросселя и поэтому должна строго соблюдаться. С увеличением зазора (до некоторого предела) индуктивность дросселя при заданном токе подмагничивания увеличивается.

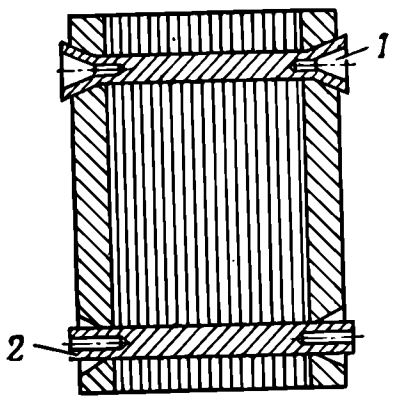


Рис. 190. Магнитопровод, скрепленный развальцованными шпильками:

1 — шпилька с развальцованными концами; *2* — шпилька с неразвальцованными концами

После сборки магнитопровода проверить, нет ли замыканий обмотки на корпус (магнитопровод). Затем катушку с магнитопроводом пропитать. Пропиточный состав указывается в частном руководстве по ремонту. Если в частном руководстве по ремонту пропиточный состав не указан, то пропитывать, как указано в подразд. 18.2.

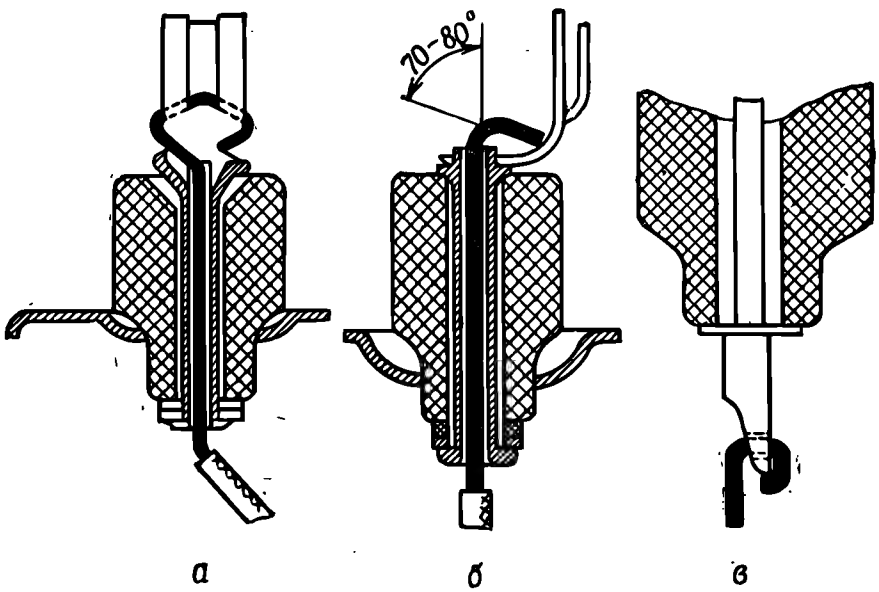


Рис. 191. Способы крепления выводов к изоляторам:

а — крепление жестких проводов диаметром менее 0,8 мм и гибких проводов; *б* — крепление жестких проводов к шпильке с отверстиями; *в* — крепление выводов к шпильке с отверстиями

После пропитки и сушки прикрепить к магнитопроводу крышку с изоляторами, выводы обмоток соединить с лепестками или шпильками выводов. Способы крепления выводов на лепестках или шпильках изоляторов показаны на рис. 191.

Там, где это предусмотрено, произвести пайку (если выводы не имеют наконечников).

В трансформаторах и дросселях закрытого исполнения крышку с магнитопроводом и катушкой установить в кожух и припаять к нему по всему периметру. Затем залить компаунд через специальное отверстие или через дно (в зависимости от конструкции кожуха). Технология заливки компаундом описана в подразд. 18.3.

По окончании заливки отверстие закрыть пробкой и запаять по краям припоем ПОС-30. В трансформаторах и дросселях, не имеющих отверстия для заливки компаунда, в кожух впаять дно.

Остывший трансформатор окрасить и нанести маркировку выводов обмоток.

Окончательно собранный трансформатор подвергнуть испытаниям, объем, последовательность и методика которых изложены ниже.

15.8. ИСПЫТАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА

После ремонта трансформаторы и дроссели проверять в объеме проверок, указанных в подразд. 15.4.

Кроме того, трансформатор проверять на длительную работу в нормальных рабочих условиях, если имеются расхождения величин сопротивлений обмоток или тока холостого хода с данными таблицы трансформаторов и дросселей.

На длительную работу трансформатор испытывают непосредственно в блоке при номинальной нагрузке всех обмоток трансформатора. При испытании на первичную обмотку трансформатора подать номинальное рабочее напряжение и измерить напряжение на вторичных обмотках и ток, потребляемый трансформатором. Измеренные величины должны соответствовать данным таблицы трансформаторов.

Если при испытании трансформатор заметно нагревается, измерить превышение температуры обмотки над температурой окружающего воздуха после 2—3 ч непрерывной работы.

Превышение температуры определяется измерением сопротивления наиболее высокоомной обмотки трансформатора до и после испытания непрерывной работой (соответственно сопротивления $R1$ и $R2$). Перед испытанием измерить сопротивление $R1$ обмотки и температуру t_1 воздуха вблизи трансформатора. Затем вторичные обмотки соединить с нагрузками, на первичную обмотку подать номинальное напряжение. По истечении 2—3 ч непрерывной работы напряжение и нагрузки отключить и вновь измерить сопротивление $R2$ той же обмотки и температуру t_2 воздуха в помещении.

Превышение температуры обмотки над температурой окружающего воздуха определяется по формуле

$$\Theta = \frac{R2 - R1}{R1}(235 + t_1) + t_1 - t_2,$$

где $R1$, $R2$ — сопротивления обмотки до и после испытания, Ом;

t_1 и t_2 — температура окружающего воздуха до и после испытания, °С.

Температура перегрева обмотки трансформатора относительно окружающего воздуха не должна превышать 40°С.

15.9. ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ИМПУЛЬСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Нормальная работа импульсных трансформаторов зависит не только от качества стали магнитопровода и числа витков, но и от правильности намотки межслойной изоляции и обмотки в целом.

При сборке импульсных трансформаторов с разрезными сердечниками необходимо сохранить прежнюю величину зазора между пластинами магнитопровода.

Обмотки трансформатора должны быть намотаны в последовательности, указанной в руководстве по ремонту конкретного изделия. Нумерация обмоток должна соответствовать принципиальной схеме трансформатора.

После ремонта импульсного трансформатора измерить сопротивление обмоток, измерить сопротивление изоляции обмоток, затем установить трансформатор в исправный блок. Осциллографом со ждущей разверткой проверить амплитуду и форму импульса на первичной и вторичной обмотках трансформатора. Наилучший способ проверки импульсных трансформаторов состоит в том, что его устанавливают в схему каскада и измеряют параметры импульсов, которые при этом генерирует схема. Параметры должны соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации.

15.10. УХОД ЗА ТРАНСФОРМАТОРНЫМ МАСЛОМ

Нормальная работа высоковольтных масляных трансформаторов в большой степени зависит от качества залитого в них масла. К трансформаторному маслу предъявляются высокие требования в отношении его электроизоляционных свойств. В процессе эксплуатации трансформаторов происходит старение масла. Примеси, образующиеся в результате старения, резко ухудшают электроизоляционные свойства масла. Наличие в масле продуктов старения, а также находящийся в нем в виде примеси воздух значительно ускоряют дальнейший процесс старения. Кроме того, трансформаторное масло обладает гигроскопичностью. Наличие даже незначительного количества

влаги (порядка нескольких сотых долей процента) резко уменьшает электрическую прочность масла и может привести к аварии трансформатора в результате пробоя.

Чтобы устранить появление в масле примесей или по крайней мере значительно замедлить их накопление, трансформаторное масло должно быть защищено от доступа влаги и воздуха. Аппаратура, заполненная маслом, должна быть вполне исправна и содержаться в чистоте. Баки трансформаторов должны быть плотно закрыты (течь масла в швах и прокладках, фланцах и соединениях недопустима), фильтры, осушители и расширители — вполне надежны и исправны.

Для проверки качества масла не реже одного раза в год брать пробы. Для взятия проб масла можно использовать стеклянные банки с притертыми пробками вместимостью 0,8—1 л. Банки должны быть хорошо вымыты и просушены. Перед взятием пробы тщательно обтереть чистой неволокнистой салфеткой внешние поверхности крана или сливного отверстия, затем спустить некоторое количество масла, для того чтобы промыть кран и удалить отстой. В трансформаторах, не имеющих сливных кранов или отверстий, пробы брать чистой стеклянной трубкой. Перед взятием пробы банку дважды ополоснуть испытуемым маслом, после чего наполнить ее доверху и тщательно закрыть.

Взятые пробы проверить на ближайшей подстанции промышленной энергосистемы или в лаборатории, имеющей необходимое для этого оборудование. Масло, не удовлетворяющее предъявленным к нему требованиям, заменить. Перед заливкой удалить из бака старое масло, очистить бак и трансформатор от загрязнений и отстоя, дважды промыть их свежим маслом. Затем тщательно протереть внешние поверхности отверстия для заливки чистой неволокнистой салфеткой. Заливать масло следует в чистом (незапыленном) сухом помещении до требуемого уровня.

Тару, используемую для хранения, транспортирования и заливки масла, содержать в безукоризненной чистоте. Использовать при заливке резиновые шланги и груши не разрешается, так как при соприкосновении с резиной масло загрязняется и портится.

В процессе эксплуатации периодически проверять уровень масла в баке трансформатора. В случае надобности доливать проверенное масло, соблюдая те же правила, что и при замене его.

16. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ, КОНТАКТОРАХ, ПУСКАТЕЛЯХ, АВТОМАТАХ И РЕГУЛЯТОРАХ НАПРЯЖЕНИЯ

16.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Электромагнитное реле — слаботочное коммутирующее устройство (рис. 192).

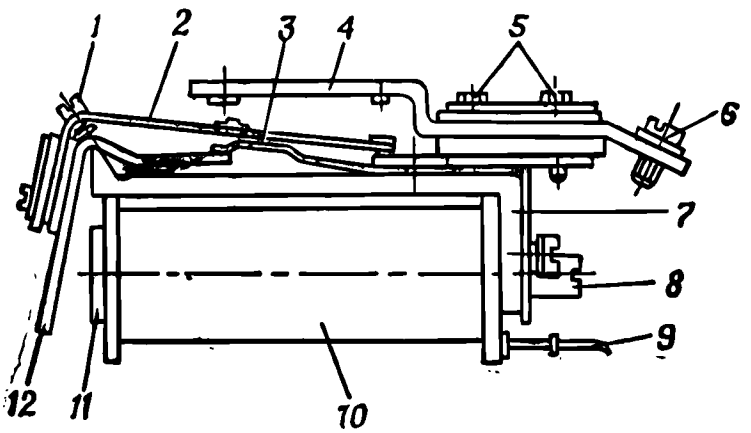


Рис. 192. Реле типа РКС:

1 — винт крепления якоря; *2* — контактный мостик; *3* — возвратная пружина; *4* — пластина неподвижных контактов; *5* — винт крепления пластин неподвижных контактов; *6* — винт; *7* — магнитопровод; *8* — гайка крепления катушки; *9* — выводной штифт; *10* — катушка электромагнита; *11* — сердечник; *12* — якорь

Контактор — аппарат, предназначенный для включения и выключения силовых цепей (рис. 193).

Пускатель — аппарат, предназначенный главным образом для пуска электрического двигателя без введения в цепь тока регулируемого элемента (рис. 194).

Автомат — аппарат, предназначенный для ручного включения и ручного автоматического выключения электрических цепей при достижении ими тока перегрузки (рис. 195).

Регулятор напряжения — электромеханический прибор, предназначенный для автоматического поддержания напряжения на выходе источника питания в заданных пределах.

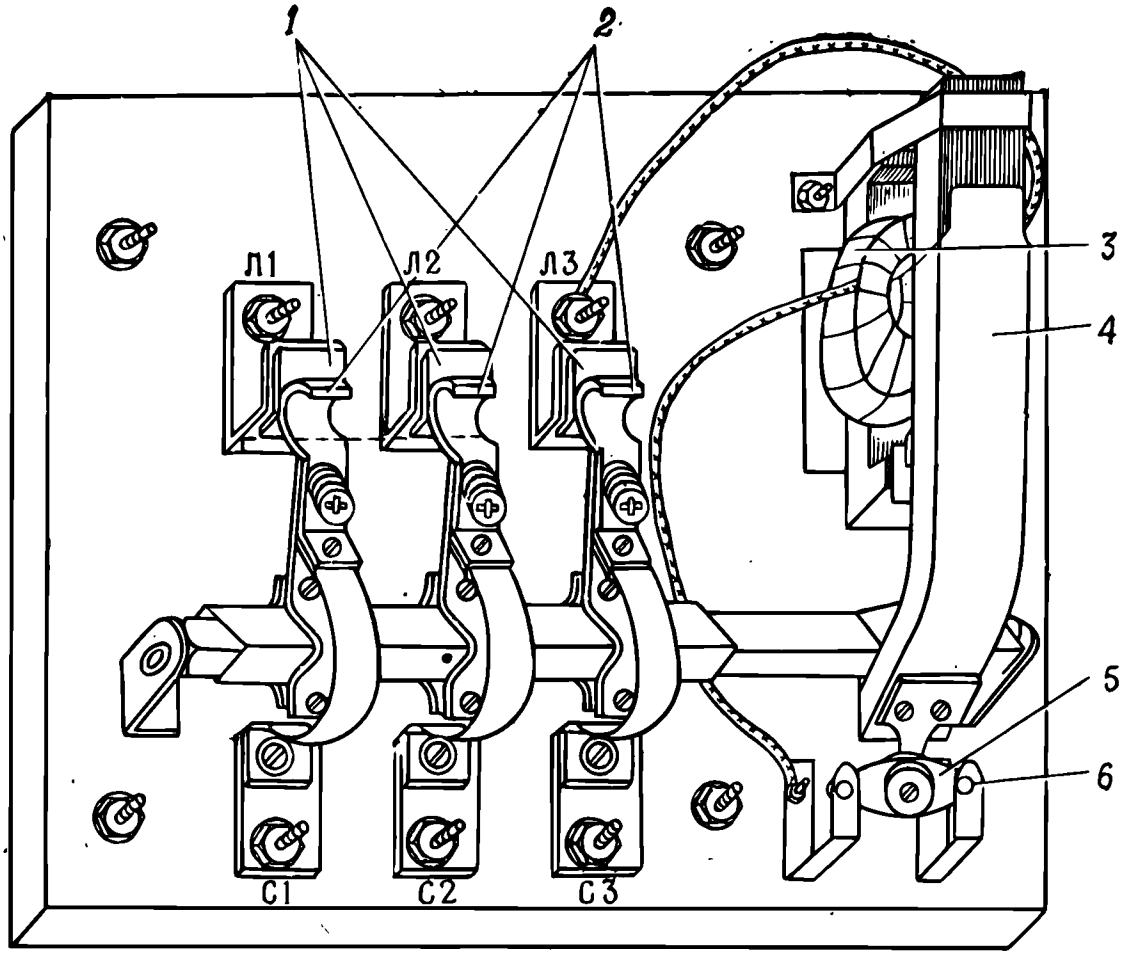


Рис. 193. Контактор типа ПМ7114-УК2:

1 — неподвижные линейные контакты; *2* — подвижные линейные контакты; *3* — втягивающая катушка; *4* — якорь; *5* — мостик блок-контакта; *6* — контакты стоек

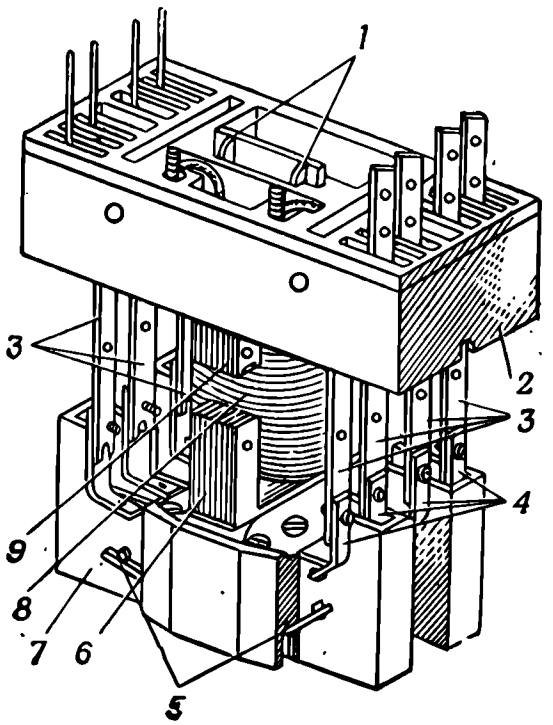


Рис. 194. Магнитный пускатель:

1 — верхние концы направляющих пластин; *2* — панель пускателя; *3* — контактные шины; *4* — контактные угольники; *5* — контактный мостик; *6* — подвижная часть магнитопровода; *7* — траверса; *8* — катушка пускателя; *9* — неподвижная часть магнитопровода

Контакты перечисленных устройств по назначению делятся на работающие: на размыкание, на замыкание, на переключение с разрывом цепи, на переключение без разрыва цепи.

Схемное обозначение перечисленных контактов приведено на рис. 196.

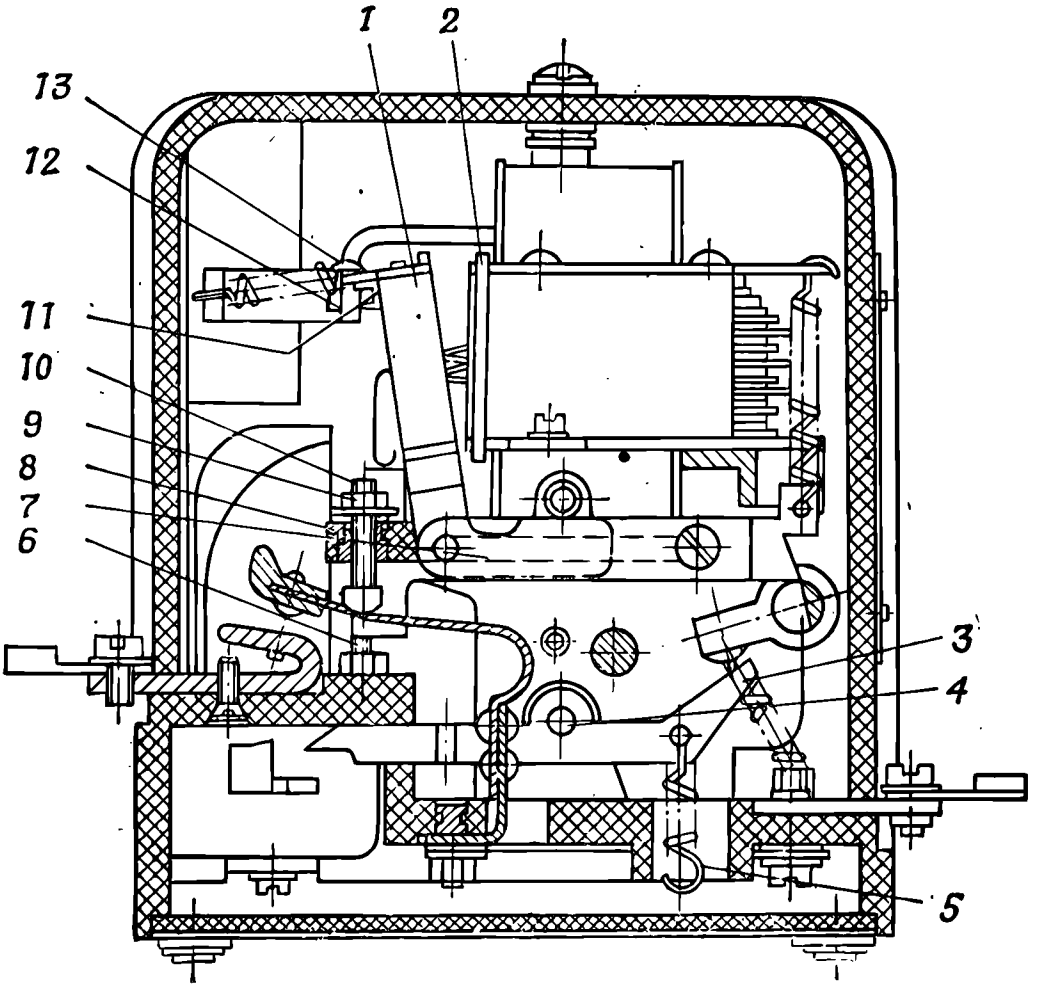


Рис. 195. Автомат типа АД-3×2,5 (вид сбоку):

1 — якорь электромагнита; *2* — короткозамкнутый виток; *3* — рычаг якоря электромагнита; *4* — ось рычагов якорей электромагнитов максимальной защиты; *5, 13* — возвратные пружины; *6, 10, 11* — винты; *7* — толкатель; *8* — планка; *9, 12* — контргайки

По конструкции контакты делятся на точечные, линейные и поверхностные.

Приведенные названия соответствуют конфигурации соприкосновения замкнутых контактов.

Контактная пара характеризуется следующими параметрами:

раствор контактов — кратчайшее расстояние между контактными поверхностями подвижного и неподвижного контактов в разомкнутом положении;

начальное нажатие — нажатие возвратной пружины на пластину подвижного нормально разомкнутого контакта, измеренное в момент соприкосновения контактов;

конечное нажатие — нажатие в момент окончания процесса замыкания нормально разомкнутых контактов;

совместный ход — расстояние, на которое перемещаются нормально разомкнутые подвижной и неподвижной контакты после их замыкания или до момента их размыкания. Этот параметр косвенным путем характеризует раствор и нажатие контактов.

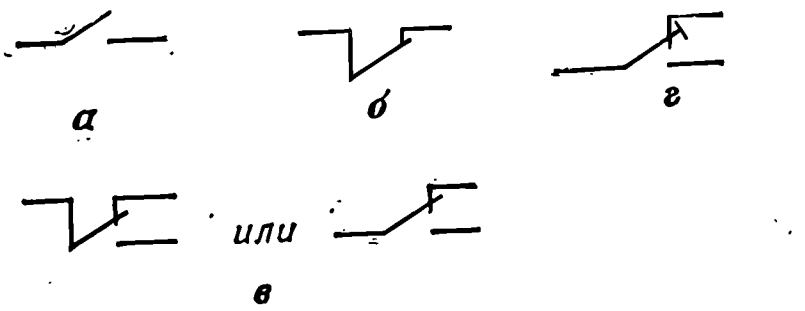


Рис. 196. Разделение контактов по назначению:
а — контакты, работающие на замыкание; *б* — контакты, работающие на размыкание; *в* — контакты, работающие на переключение; *г* — контакты, работающие на переключение без размыкания цепи

Основными характеристиками реле являются напряжение (ток) срабатывания и напряжение (ток) отпускания. Для контакторов и пускателей основной характеристикой служит номинальный рабочий ток через замыкающиеся контакты.

Автомат, как правило, характеризуется величиной рабочего тока (тока срабатывания), превышение которого в коммутируемой цепи ведет к автоматическому ее отключению от источника.

Технические характеристики реле и контакторов приведены в приложении 36.

16.2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ И РЕГУЛИРОВКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ, КОНТАКТОРОВ, ПУСКАТЕЛЕЙ И АВТОМАТОВ

В настоящем подразделе приведены указания, общие для всех типов электромагнитных устройств. Дополнительные указания по отысканию неисправностей, ремонту и регулировке конкретных типов устройств даны в подразд. 16.3—16.7.

16.2.1. Общие указания по отысканию неисправностей

Отыскание неисправностей реле, контакторов, пускателей и автоматов вначале выполнять непосредственно на изделии, блоке, узле внешним осмотром и опробованием, в том числе и под током.

Перед осмотром произвести очистку от пыли и грязи.

При осмотре проверить:

правильность и надежность механического крепления;

отсутствие на предохранительном кожухе вмятин и изломов;

правильность и надежность подключения к электрической схеме;

целость пружин и контактов;

отсутствие нагара на поверхности контактов.

Перед опробованием отключить напряжение от изделия, блока, узла, на котором будут выполняться работы.

Опробованием проверять:

замыкание или размыкание контактов (контролировать невооруженным глазом) при нажатии на якорь или исполнительную часть подвижной системы;

отсутствие заеданий (заклиниваний) на рабочем участке перемещения подвижных частей;

отсутствие чрезмерных зазоров, люфтов и правильность фиксации и крепления отдельных подвижных частей.

У контакторов и автоматов, имеющих искрогасительные камеры, контакты и другие подвижные детали не должны касаться стенок камеры.

Искрогасительная камера должна надеваться и сниматься без особых усилий и надежно закрепляться по месту установки.

Подключить блок под напряжение и произвести опробование под током.

Проверять:

замыкание или размыкание контактов по срабатыванию схемы, в состав которой входят реле, контактор, пускатель, автомат;

отсутствие заеданий (заклиниваний) на рабочем участке перемещения подвижных частей.

Если при внешнем осмотре или опробовании обнаружены нарушения в работе электромагнитного устройства, то отделить его от блока и произвести дальнейшие проверки.

Напряжение (ток) срабатывания проверять по схеме соединений (рис. 197). Плавно повышая напряжение (ток) питания, заметить величину, при которой якорь притягивается к электромагниту, а контактные группы надежно срабатывают. Величину напряжения (тока) срабатывания определять по среднему арифметическому результатов четырех измерений. Напряжение (ток) срабатывания у реле постоянного тока проверять для обоих направлений тока в обмотках.

Напряжение (ток) отпускания проверять по схеме соединений (рис. 197). Плавно снижая напряжение (ток) питания, заметить величину, при которой якорь отлипает от электромагнита. Величину напряжения (тока) отпускания определять

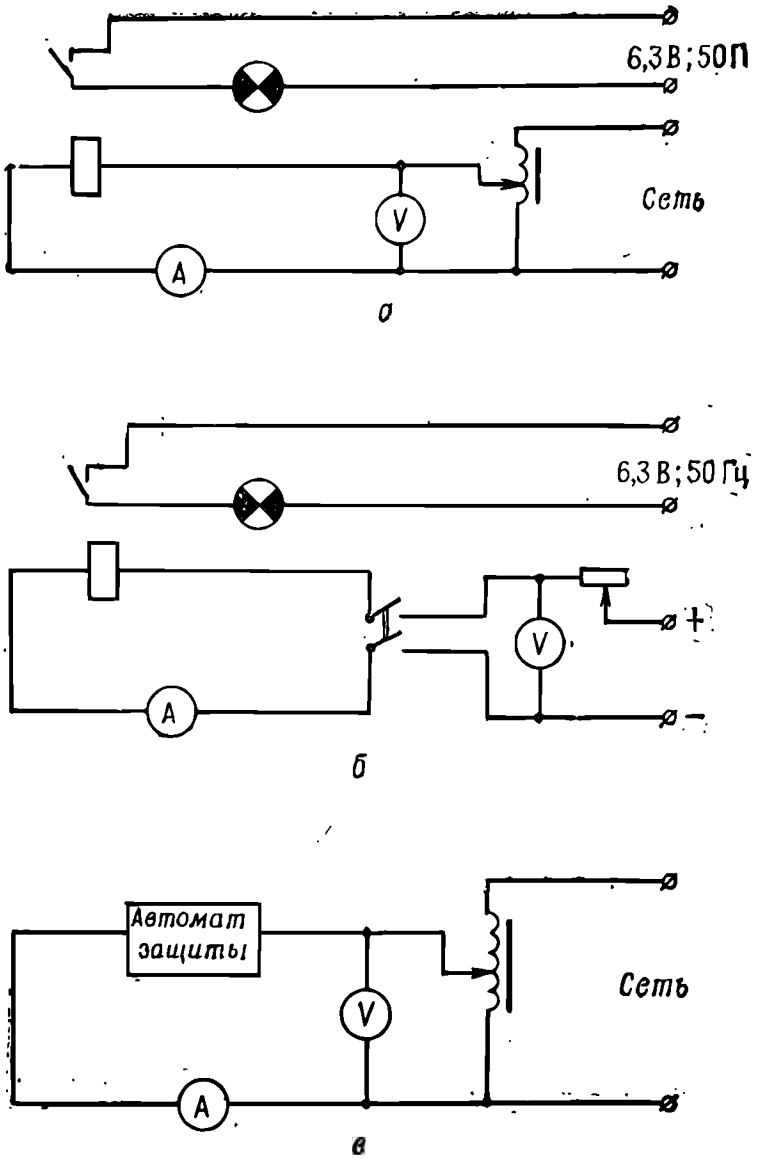


Рис. 197. Схема проверки токов срабатывания и отпускания:

а — схема для включения реле переменного тока; *б* — схема для включения реле постоянного тока; *в* — схема для включения автомата защиты

по среднему арифметическому результатов четырех измерений.

Смещение подвижных контактов относительно неподвижных определять визуально.

Начальное нажатие контактов определять с помощью граммометра, вставив между подвижным контактом *2* (рис. 198) и

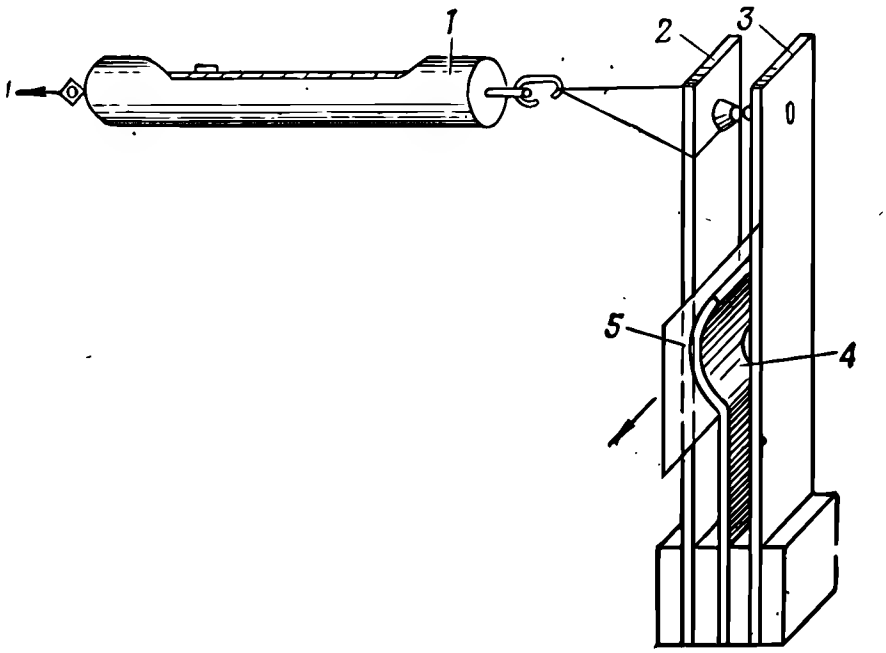


Рис. 198. Измерение начального нажатия контактов:
1 — граммометр; *2* — подвижной контакт; *3* — неподвижной контакт; *4* — упор; *5* — полоска бумаги

его упором *4* тонкую полоску бумаги *5*. К подвижному контакту в месте его соприкосновения с неподвижным укрепить нить, которую соединить с граммометром *1*. Подвижной контакт оттянуть до освобождения бумажной полоски.

Стрелка граммометра укажет в этот момент величину начального нажатия контактов.

Линия натяжения нити должна быть перпендикулярна плоскости касания контактов.

Конечное нажатие контактов определять граммометром *3* (рис. 199), измеряя усилие, с которым надо оттянуть подвижной контакт *2* до освобождения зажатой между контактами полоски бумаги *1*, или до момента погасания сигнальной электролампы, включенной последовательно с контактами, или до момента отклонения стрелки омметра, если вместо электролампы включен омметр.

Линия натяжения нити должна быть перпендикулярна плоскости касания контактов.

Измерения производить после включения рабочей обмотки под номинальное напряжение.

Совместный ход контактной пары (группы) проверять, нажимая на якорь или исполнительную часть подвижной системы, визуально.

Сопротивление изоляции измерять мегаомметром, подключая его поочередно между выводами и корпусом полностью отключенного от схемы реле, контактора, пускателя или автомата.

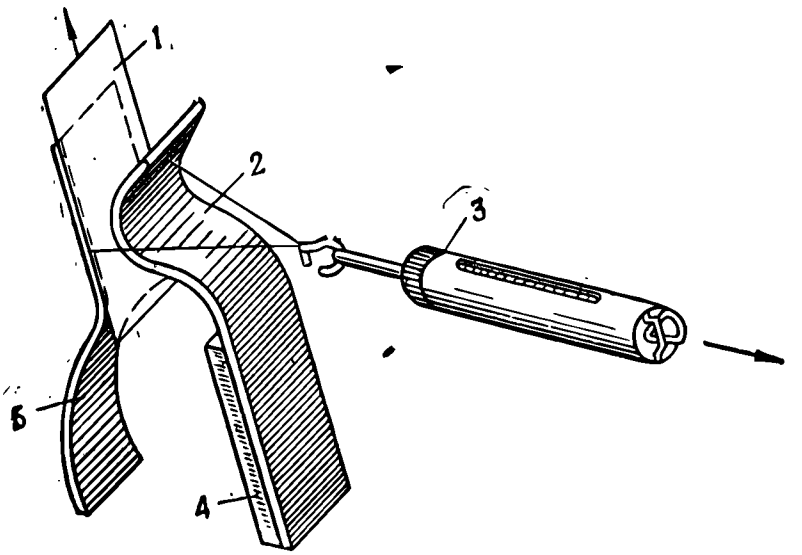


Рис. 199. Измерение конечного нажатия контактов:

1 — полоска бумаги; *2* — подвижной контакт; *3* — граммометр; *4* — упор; *5* — неподвижной контакт

16.2.2. Общие указания по регулировке

Регулировка состоит из последовательных операций, в результате выполнения которых устанавливаются определенные зазоры, контактные давления, напряжения, токи срабатывания и др.

Напряжение (ток) срабатывания и отпускания, а также начальное нажатие контактов регулировать натяжением или ослаблением возвратной пластины.

Конечное нажатие контактов определяется силой, с которой якорь устройства притягивается к магнитопроводу (сердечнику катушки), а также упругими свойствами контактных пластин.

Регулировать конечное нажатие можно подгибанием контактных пластин ключом (рис. 200).

Раствор контактов определять щупом.

После ремонта осмотреть реле, контактор, пускатель, автомат, проверить качество внешней отделки и сборки, качество паек и выводов, состояние катушек, изоляционных прокладок и контактных пластин.

Проверить также сопротивление обмоток катушек и сопротивление их изоляции.

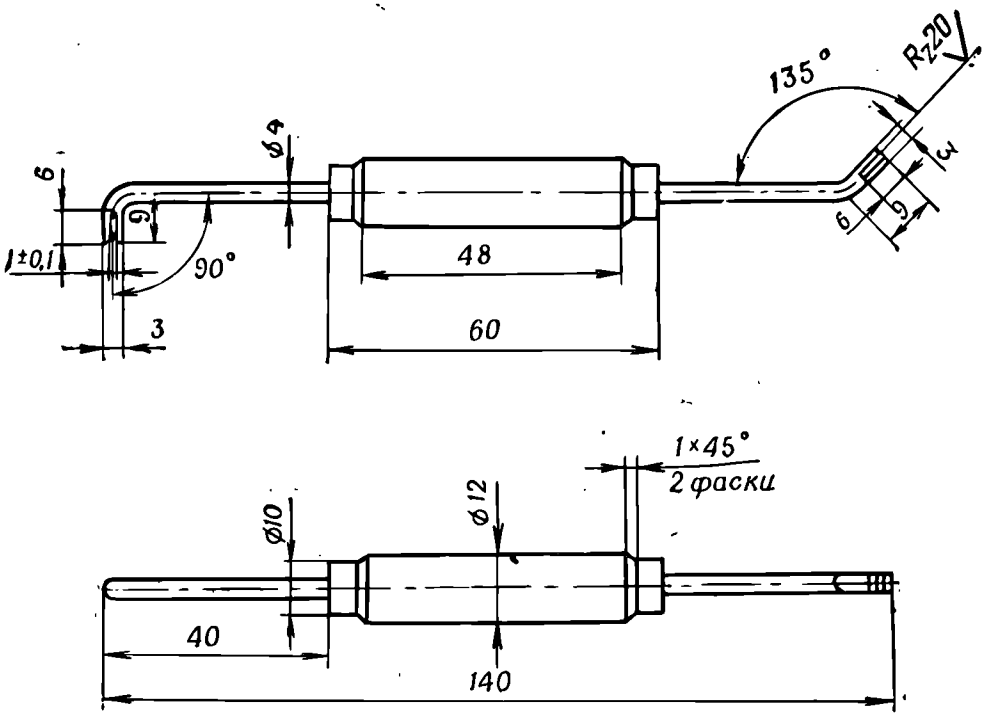


Рис. 200. Ключ для подгибания пластинчатых пружин. Материал ручки — текстолит или эбонит. Материал лезвия — сталь 45

16.3. РЕМОНТ РЕЛЕ

16.3.1. Указания по дефектации

Наиболее часто встречающимися неисправностями реле являются:

обрыв в обмотке катушки;

залипание контактов или якоря;

разрегулирование реле;

подгорание контактов.

Осмотреть реле в блоке и убедиться в следующем:

реле надежно закреплено на шасси блока;

выводные штифты *9* (рис. 192) не имеют повреждений;

контактный мостик *2* прочно прикреплен к магнитопроводу *7*;

оба рабочих контакта, расположенных на каждой пластине, замыкаются одновременно при нажатии на якорь *12*;

выводы катушки надежно припаяны к выводным штифтам *9*;

пластины *4* неподвижных контактов, контактный мостик *2*, возвратная пружина *3* не имеют механических повреждений;

возвратная пружина *3* обеспечивает возвращение якоря *12* в исходное положение.

Проверить:

зазор между рабочими контактами с помощью щупа;

давление контактов с помощью граммометра.

При необходимости отделить реле и проверить давление контактов и зазоры между рабочими контактами.

Измерить мегаомметром сопротивление изоляции пластин неподвижных контактов, контактного мостика и обмотки катушки реле относительно корпуса.

Измерить омметром сопротивление катушки электромагнита.

Измерить напряжение срабатывания и отпускания.

16.3.2. Устранение неисправностей

1. Чистку контактов выполнять шлифовальной шкуркой зернистостью № 4 с последующей протиркой контактов чистой марлей, смоченной спиртом или ацетоном.

2. Обрыв или короткое замыкание витков в обмотке катушки электромагнита устранять следующим образом: отпаять выводы катушки *10* (рис. 192) от выводных штифтов *9*; отвинтить винт *1*; снять якорь *12*; отвинтить гайку *8*; снять катушку *10*; перемотать катушку частично или полностью согласно указаниям разд. 15.

3. Сопротивление изоляции восстанавливать сушкой катушки электромагнита, протиркой пластин неподвижных контактов марлей, смоченной спиртом.

4. Периодическое несрабатывание реле устранять регулировкой зазора между рабочими контактами.

5. Сломанную возвратную пружину заменить новой, изготовленной по образцу.

6. Сломанные штифты (выводы) катушки электромагнита заменить новыми в следующем порядке: отпаять выводы катушки от штифтов *9*; спилить напильником старый штифт; высверлить остатки штифта из гнезда платы; установить штифт по месту.

16.3.3. Регулировка реле

1. Установить зазор между контактами с помощью щупа.

2. Отрегулировать давление контактов сгибанием пластин неподвижных контактов, контролируя его граммометром.

3. Отрегулировать начало срабатывания реле сгибанием пластин неподвижных контактов и контактного мостика.

16.3.4. Ремонт тепловых реле типов ТРА и ТРВ и автоматических предохранителей типа АПЛ

Тепловые реле типов ТРА и ТРВ рассчитаны на напряжения до 500 В. Реле типа ТРА выполняются на токи от 7 до 215 А, реле типа ТРВ (рис. 201) — на токи от 7 до 200 А. Реле типов

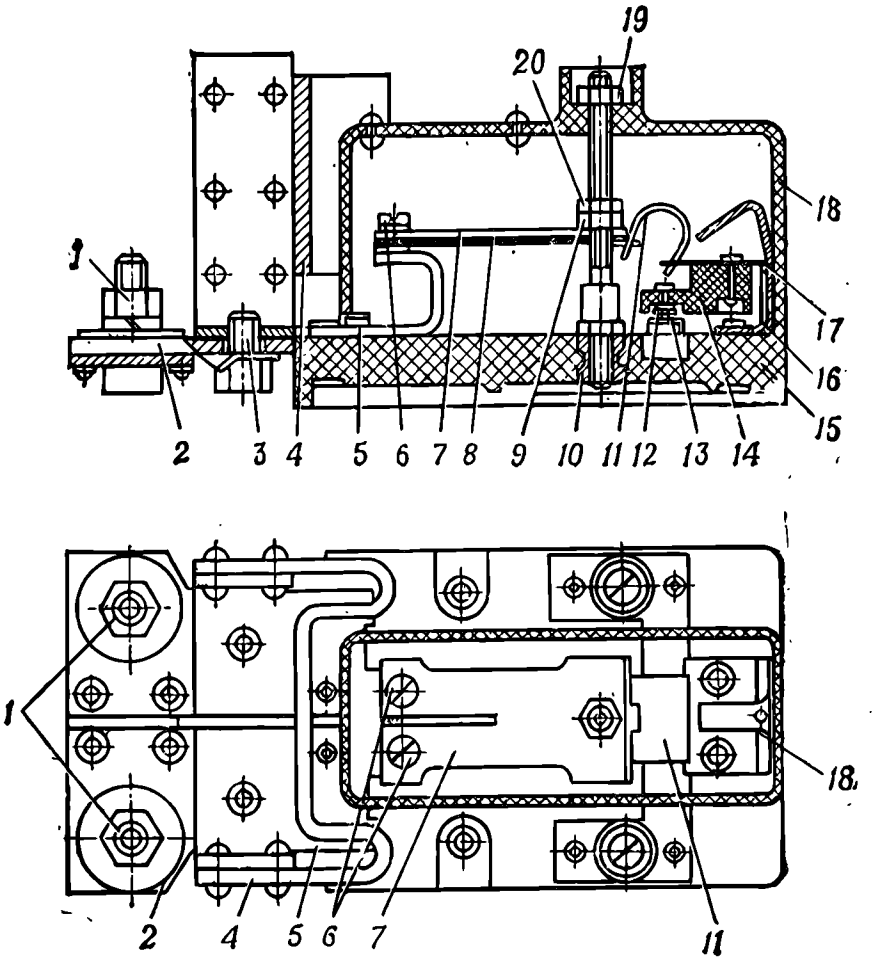


Рис. 201. Тепловое реле типа ТРВ:

1 — силовые выводы; *2, 5* — медные шины; *3* — болт крепления; *4* — шунт; *6* — винт; *7* — нихромовый нагревательный элемент; *8* — биметаллическая пластинка; *9* — регулировочная гайка; *10* — направляющий стержень; *11* — рессорка; *12* — подвижные контакты; *13* — неподвижные контакты; *14* — контактная колодка; *15* — панель; *16* — кронштейн; *17* — пластинка; *18* — крышка; *19* — гайка; *20* — контргайка

ТРА и ТРВ отличаются друг от друга по времени срабатывания при перегрузках. Это время у реле ТРА больше, чем у реле ТРВ. Основные технические данные реле ТРА и ТРВ приведены в табл. 43. Указанный в таблице ток срабатывания соответствует температуре окружающей среды 20±2°С. При проверке реле под током оно должно быть накрыто крышкой.

Автоматические предохранители типа АПЛ устанавливаются в цепях напряжением до 12 В; они представляют собой тепловые реле без шунта и подогревателя. В них биметаллическая пластинка включается в защищаемую цепь и является одновре-

Таблица 43

Осиовные данные реле ТРА и ТРВ

Технические данные	Единица измерения	Числовое обозначение
Ток срабатываиия	А	Не более 1,2 номинального
Ток несрабатывания	А	Номинальный
Время срабатывания реле при токе срабатывания	ч	Не более 1
Время возврата реле	мин	Не более 3
Время срабатывания реле от холодного состояния при следующей кратности тока перегрузки:		
реле ТРА, кратность тока 8	с	Не менее 3
реле ТРВ, кратность тока 2,5	с	Не менее 20

менно измерительной и исполнительной частями реле. Предохранители типа АПЛ выполняются на токи 7—10 А. Их проверка аналогична проверке предохранителей для реле типов ТРА и ТРВ.

Предохранители типа АПЛ должны сработать при токе 1,2 номинального и температуре окружающей среды +20°С в течение 30 мин от холодного состояния и 5 мин после прогрева номинальным током до установившегося теплового состояния. При срабатывании предохранителя ток, проходящий через него, отключается в результате размыкания контактов предохранителя. Время возврата предохранителя в замкнутое состояние должно быть не более 3 мин.

Разборка реле разрешается в том случае, если предварительной проверкой установлено, что оно неисправно. При осмотре реле (ТРВ) отвинтить гайку *19* (рис. 201), снять крышку *18* и проверить, нет ли подгара или деформации нихромовой *7* и биметаллической *8* пластин (элементов), наличие шунта *4*, цела ли рессорка *11* и нет ли на ней коррозии.

Следы коррозии удалить шлифовальной шкуркой № 180—220, а затем смазать рессорку тугоплавкой смазкой ГОИ-54п ГОСТ 3276—74.

Значительное потемнение и погнутость пластин характеризуют выход их из строя. При наличии хотя бы одного из указанных дефектов реле заменить.

Кроме того, исправное реле может быть разрегулировано. В этом случае реле срабатывает при токах, не превышающих номинальную величину, или не срабатывает при токах перегрузки.

В табл. 44 для различных марок реле типа ТРВ приведены номинальные токи и ориентировочные значения наибольших токов, при которых реле не должно сработать в течение 1 ч,

Возможные режимы работы реле типа ТРВ

Марка реле	Номинальный ток, А	Наибольший ток, при котором реле не срабатывает в длительном режиме работы, А					
		Температура среды, °С					
		−50	−10	+20	+50	+60	+70
ТРВ-7	7	9,4	9,1	7	5,7	5,14	4,5
	7,7	9,9	9,62	7,7	6,4	5,9	5,4
ТРВ-8,5	8,5	10,9	10,5	8,5	7,2	6,75	6,3
	9,0	11,3	10,92	9,0	7,8	7,35	6,92
ТРВ-10	10	12,7	12,4	10	8,6	8,05	7,4
	11	13,55	13,23	11	9,7	9,23	8,7
ТРВ-12	12	14,6	14,3	12	10,7	10,2	9,7
	13	15,4	15,2	13	11,83	11,37	10,95
ТРВ-14	14	16,8	16,5	14	12,6	12,1	11,5
	15	17,65	17,35	15	13,7	13,2	12,7
ТРВ-16,5	16,5	21,0	20,4	16,5	14,2	13,3	12,2
	18	22,2	21,7	18	15,8	15,1	14,25
ТРВ-19,5	19,5	24,0	23,4	19,5	17,1	16,4	15,4
	21	25,15	24,6	21	18,8	18,1	17,2
ТРВ-22	23	28,3	27,45	23	19,4	18,3	17,8
	25	30,3	29,55	25	22,2	21,3	20,3
ТРВ-28	27	33,1	32,2	27	24,0	22,8	21,45
	29	34,7	34	29	26,2	25,3	24,1
ТРВ-30,5	31	38	37,1	31	27,8	26,3	25,0
	33	39,5	38,6	33	29,8	28,6	27,3
ТРВ-36	36	43,6	42,5	36	32	30,9	29,2
	40	47	46	40	36,6	35,3	33,7
ТРВ-43	44	53,5	52,2	44	39,5	37,5	35,9
	48	57	56	48	44	42	40,5
ТРВ-51	52	64	63,5	52	46	43,75	41,5
	56	67,2	64,8	56	50,75	48,6	46,5
ТРВ-61	61	75,5	73,5	61	53,8	51,1	48,2
	67	80,5	78,5	67	60,7	58	55,8
ТРВ-73	73	90,2	87,8	73	64,9	61,4	58,0
	80	96,2	93,8	80	72,2	69	65,6
ТРВ-87	87	107	104,5	87	76,8	73	68,5
	95	112,2	110	96	84,4	80,2	76,7
ТРВ-104	104	128	124,7	104	92	87,5	83,0
	114	132,8	130	114	109,3	95,3	91,0
ТРВ-124	124	153	149	124	109,5	104	98
	136	162,5	159	136	123,4	118	112
ТРВ-148	148	162	178	148	131	123,6	118
	162	194	189,5	162	147	140	134
ТРВ-176	180	220	215	180	172	163	144
	200	237,5	232	200	183,5	175,5	168

если оно находится при указанной в таблице температуре среды.

Для проверки и регулировки реле необходимо иметь источник переменного тока, позволяющий в течение часа получать ток, превышающий в 1,2 раза номинальный ток реле.

Регулировать реле по схеме рис. 202.

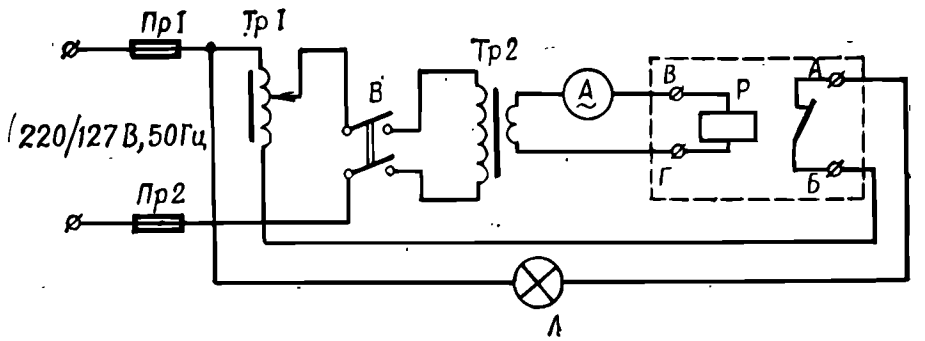


Рис. 202. Схема для проверки тока срабатывания тепловых реле:

Пр1, Пр2 — предохранители; Р — тепловое реле; Л — сигнальная лампа; А — амперметр класса не хуже 1,5; В — выключатель; Тр1 — автотрансформатор ЛАТР-1; Тр2 — трансформатор

Трансформатор Тр2 должен допускать прохождение максимальных регулировочных токов. Если регулировочные токи менее 9 А, необходимость в этом трансформаторе отпадает, реле подключается непосредственно к автотрансформатору ЛАТР-1.

Для регулировки реле необходимо также иметь:

амперметр класса точности не хуже 1,5 со шкалой, соответствующей измеряемым токам срабатывания;

омметр или лампочку освещения для сигнализации момента разрыва цепи контактов.

Регулировать реле следующим образом.

Клеммы *В* и *Г* включить в цепь нагрузки, питаемой от источника тока, или подключить к трансформатору Тр2 согласно рис. 202. Нормально замкнутые контакты реле (выводы *А* и *Б*) подключить к омметру или включить в цепь сигнальные лампочки. Реле должно быть отключено от схемы щита.

Регулировку реле разрешается осуществлять только завинчиванием или отвинчиванием гаек *9* (рис. 201). При завинчивании время срабатывания реле уменьшается, при отвинчивании — возрастает. Верхним предельным положением гайки является такое, при котором биметаллическая пластинка располагается горизонтально по отношению к основанию реле. Нижним предельным положением гайки является такое, при котором обеспечивается надежное возвращение контактов в замкнутое состояние.

Категорически запрещается подгибать или разгибать рессорку и гнуть биметаллическую пластину. После регулировки закрасить гайки *9* краской, закрыть реле крышкой *18*, завинтить гайку *19* и залить ее краской.

Для проверки несрабатывания реле необходимо пропустить через реле номинальный ток; отрегулированное реле не должно срабатывать в течение 1 ч.

Для проверки срабатывания необходимо пропустить через реле ток, равный 1,2 номинального; отрегулированное реле должно сработать в течение 1 ч.

Время возврата после срабатывания реле должно быть не более 3 мин.

Для проверки и регулировки реле при температуре, отличной от 20±2°С, пользоваться переводными коэффициентами, приведенными для токов срабатывания и несрабатывания в табл. 44 или частных руководствах.

16.4. РЕМОНТ КОНТАКТОРОВ И ПУСКАТЕЛЕЙ

16.4.1. Указания по отысканию неисправностей

Наиболее часто встречающимися неисправностями контакторов и пускателей являются:

подгорание контактов;

обрыв в обмотке катушки;

заклинивание подвижной системы;

неполное прилегание контактов;

сильное гудение или дребезжание.

Произвести внешний осмотр по месту установки и убедиться в следующем:

поверхности контактов чистые, без нагара;

контакты *6* стоек (рис. 193) и контакты мостика *5* блок-контакта смещены относительно друг друга не более чем на $^1/_3$ диаметра контакта;

подвижная часть магнитопровода *6* (рис. 194) перемещается свободно и не имеет перекосов относительно неподвижной части магнитопровода.

Проверку снятого контактора, пускателя производить в следующем порядке:

измерить сопротивление изоляции мегаомметром на 500 В между соседними неподвижными контактами;

измерить сопротивление изоляции мегаомметром на 500 В между разомкнутыми подвижными и неподвижными контактами каждой фазы; оно должно быть не менее 15 МОм;

измерить сопротивление изоляции мегаомметром на 500 В между выводом катушки и магнитопроводом;

измерить омметром сопротивление обмотки;

проверить раствор контактов и контактное давление в каждой контактной паре.

Начальное нажатие контактов в зависимости от конструкции контактора определять с помощью динамометра или граммометра ДПУ-0,01 ГОСТ 13837—68, как это указано на рис. 203 и 204.

Начальное нажатие проверять следующим образом:

установить магнитную систему так, чтобы контакты были разомкнуты;

проложить полоску тонкой папиросной бумаги для контактов первой конструкции (рис. 203) между подвижными контактом и мостиком, на который установлен подвижной контакт;

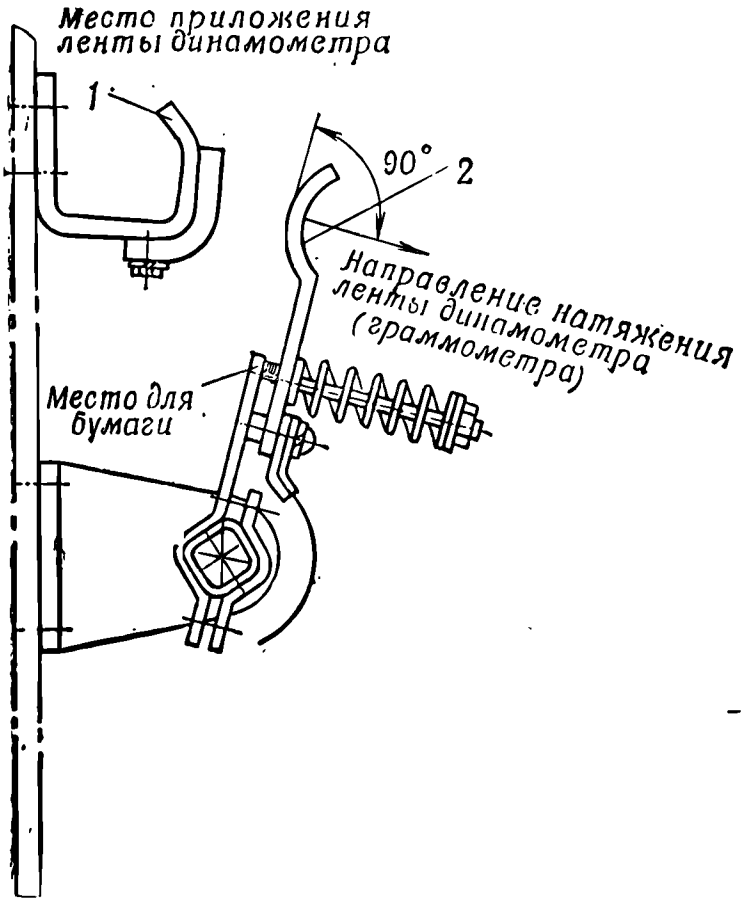


Рис. 203. Измерение начального нажатия контактов контактора первой конструкции:
1 — неподвижной контакт; *2* — подвижной контакт

для контактов второй конструкции — между контактным мостиком и удерживающим элементом мостика (рис. 204);

наложить петлю из нити или ленты на подвижной контакт по линии соприкосновения контактов для первой конструкции или на мостик подвижного контакта для второй конструкции; зацепить петлю крючком граммометра или динамометра;

медленно оттягивать динамометр (граммометр) за его рукоятку до тех пор, пока контактный мостик не отойдет, вследствие чего можно будет свободно извлечь зажатую бумагу; в этот момент прочитать показание динамометра.

При измерении нажатия необходимо следить за тем, чтобы линия натяжения была перпендикулярна к плоскости касания контактов, иначе возможны ошибки в отсчете.

Для измерения конечного нажатия необходимо:

включить катушку контактора на номинальное напряжение или прижать магнитную систему к сердечнику и заклинить ее;

зажать между контактами полоску тонкой бумаги;

надеть на подвижный контактный мостик петлю из нити или ленты, далее измерить конечное нажатие так же, как и начальное.

Раствор контактов измерять штангенциркулем или металлической линейкой.

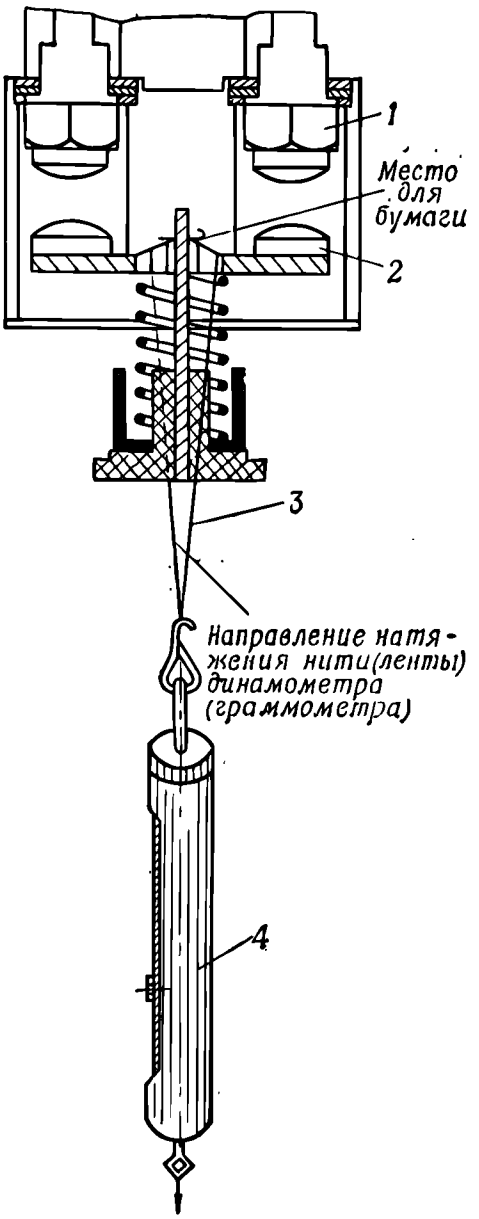


Рис. 204. Измерение начального нажатия контактов контактора второй конструкции:

1 — неподвижной контакт; *2* — подвижной контакт; *3* — петля; *4* — динамометр (граммометр)

Провалом контактов называется расстояние, на которое может сдвинуться место касания подвижного контакта с неподвижным из положения полного замыкания, если удалить неподвижный контакт. Практически измерить величину провала невозможно, поэтому проверяют соответствующий зазор.

Для контактов первой конструкции (рис. 205) — это зазор, образующийся между пластиной, на которой укреплен подвижной контакт, и подвижным контактом при замкнутом положении контактов. Для контактов второй конструкции измеряют зазор *Б* (рис. 206), образующийся между контактным мостиком и удерживающим элементом мостика в прижатом состоянии подвижной части электромагнита.

Смещение подвижных контактов по отношению к неподвижным измерять штангенциркулем с глубиномером, приставляя к одному из контактов линейку штангенциркуля, а к другому — глубиномер.

Для некоторых типов контакторов (например, КД-300 и КД-400) величину раствора и провала контактов проверяют косвенным путем с помощью индикатора часового типа ИЧ-10 ГОСТ 577—68 по перемещению подвижной рамки контактора.

О величине начального и конечного нажатия также можно

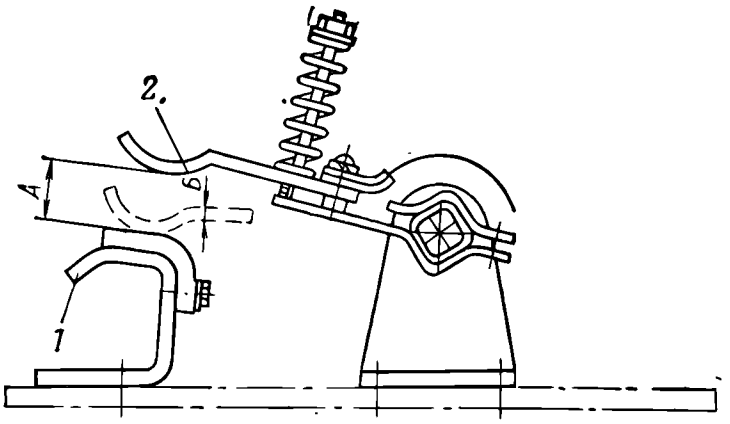
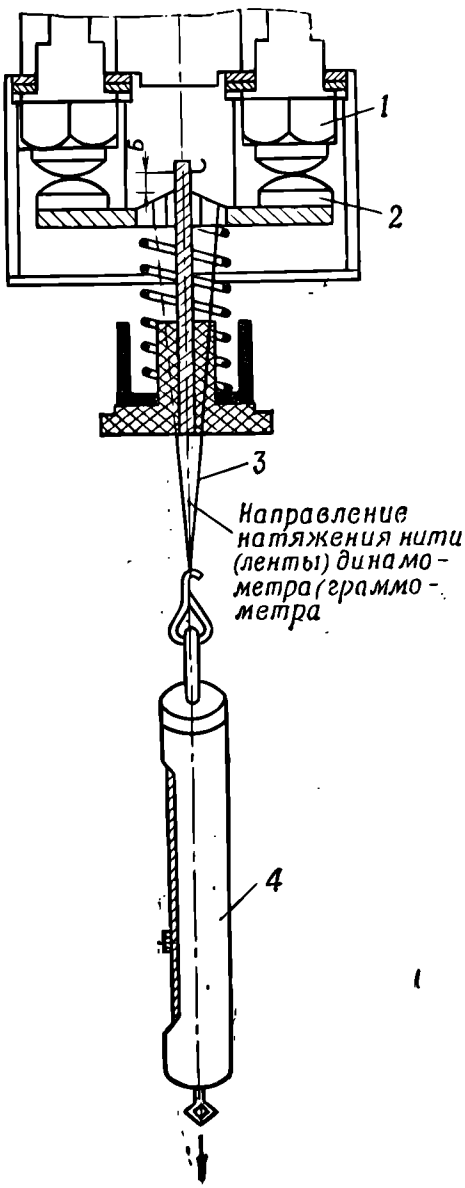


Рис. 205. Определение провала контактов контактора первой конструкции:

1 — неподвижной контакт; *2* — подвижной контакт; *А* — раствор контактов; *Б* — зазор, характернзующий провал контактов

судить косвенным путем по показанию граммометра при оттягивании подвижной рамки контактора.



Проверить надежность включения и выключения контактора или пускателя.

Проверку на надежность включения и выключения повторить 3—4 раза. Допускается слабое гудение магнитной системы. Включение должно происходить при напряжении, равном 80% номинального и выше.

Короткозамкнутые витки определять по местному нагреву после работы обмотки под номинальным напряжением.

Напряжение срабатывания проверять замыканием цепи после установки заданной величины напряжения. При замыкании цепи контактор должен сработать.

Рис. 206. Определение провала контактов контактора второй конструкции:

1 — неподвижной контакт; *2* — подвижной контакт; *3* — петля; *4* — динамометр (граммометр); *Б* — зазор, характеризующий провал контактов

Напряжение отпускания проверять плавным понижением напряжения до заданной величины.

16.4.2. Устранение неисправностей контактора

Залипание подвижной части устранять чисткой рабочих поверхностей торцов магнитопровода и контактов.

Незначительный нагар с контактов удалять ветошью, смоченной спиртом или ацетоном. Если таким способом нагар удалить не удается, то необходимо:

зачистить контакты шлифовальной шкуркой зернистостью № 4 до удаления нагара и небольших раковин, появляющихся в результате обгорания контактов;

промыть контакты спиртом или ацетоном.

Обрыв или короткое замыкание витков катушки устранять в следующем порядке:

снять якорь *4* (рис. 193), предварительно отвинтив крепящие винты;

освободить выводные концы катушки из-под винтов и снять катушку *3*.

Перемотать катушку согласно указаниям разд. 17.

16.4.3. Устранение неисправностей пускателя

Непараллельность контактных шин *3* (рис. 194) устранять их выравниванием при небольшом ослаблении крепящих винтов.

Перекос совмещения подвижной части магнитопровода *6* с неподвижной *9* устранять путем разворота направляющих пластин *1*.

Залипание подвижной части магнитопровода устранять следующим образом:

разобрать пускатель, для чего снять зацепку штифта, вынуть штифт и снять траверсу *7*;

снять катушку, предварительно освободив из-под винтов ее выводные концы;

проверить щупом величину зазора между средними торцами магнитопровода; зазор подгонять шлифовкой или шабрением;

собрать пускатель и проверить, нет ли замыканий.

Обрыв или короткое замыкание витков в обмотке катушки устранять перемоткой катушки согласно указаниям разд. 17.

16.5. РЕМОНТ АВТОМАТОВ

16.5.1. Указания по отысканию неисправностей

Наиболее часто встречающимися неисправностями автоматов являются:

обрывы в обмотках рабочей катушки и катушки отключающего электромагнита;

неполное прилегание контактов;

неправильное срабатывание на отклонение;

подгорание контактов.

При отыскании неисправностей по месту установки снять кожух с автомата и произвести внешний осмотр, обратив особое внимание на следующее:

искрогасительные камеры не должны иметь трещин, вспучиваний, следов нагара;

пластмассовое основание в местах прохождения оси *4* (рис. 195) не должно иметь сколов;

пружина *5* и рычаг *3* должны быть надежно закреплены на местах установки;

замыкание главных контактов при нажатии на якорь должно быть одновременным;

главные контакты при легком нажатии отверткой на один из рычагов *3* должны размыкаться.

Проверить с помощью граммометра давление контактов.

Проверить с помощью щупа зазоры между контактами.

Проверить усилия пружин:

электромагнита максимальной защиты — путем нажатия ножкой граммометра на каждый рычаг *3* в месте крепления пружин, отсчет произвести при соприкосновении якоря электромагнита с сердечником; вал защиты во время измерения не должен иметь зацепления со скобой защиты;

вала защиты — нажатием ножки граммометра на рычаг *3* в месте крепления пружины; отсчет произвести в момент, когда вал защиты не будет сцеплен с зубом скобы защиты;

скобы защиты — нажатием ножки граммометра на скобу защиты в месте крепления пружины до упора при выведенном зацеплении зуба скобы защиты с лыской вала защиты;

якоря *1* — нажатием ножки граммометра на якорь в месте крепления возвратной пружины до соприкосновения его с сердечником, при этом планка *8* должна быть в положении, обеспечивающем замыкание главных контактов, чтобы исключить противодействие пружин контактов во время хода якоря.

При обнаружении неисправностей или ненормальной работе автомата отсоединить от него все провода, снять с шасси и тщательно проверить автомат для уточнения характера и причин неисправностей.

Отыскание неисправностей снятого автомата производить в следующем порядке:

1. Проверить при необходимости давление контактов, натяжение пружин и зазоры между контактами.

2. Измерить сопротивление обмотки главного электромагнита.

3. Измерить сопротивление изоляции мегаомметром между соединенными вместе клеммами и корпусом.

4. Измерить напряжение (ток) срабатывания по схеме (рис. 197, *в*).

5. Убедиться в том, что нет вибрации (дребезжания) якоря при изменении напряжения на обмотке главного электромагнита в рабочих пределах.

16.5.2. Устранение неисправностей

1. При образовании нагара на контактах зачистить их шлифовальной шкуркой зернистостью № 4 с последующей протиркой контактов чистой марлей, смоченной спиртом или ацетоном.

2. Если сопротивление изоляции токонесущих частей по отношению к корпусу ниже 100 МОм, отыскать места повреждения. При отыскании места повреждения осмотреть изоляцию монтажных проводов, деталей из гетинакса или текстолита и проверить схему соединений автомата.

Сопротивление изоляции восстанавливать в зависимости от места повреждения путем замены монтажных проводов, пропитки и сушки катушки электромагнита, бакелизации деталей из текстолита или гетинакса.

3. Периодическое несрабатывание автомата устранять путем ремонта (замены) катушек электромагнитов и уменьшения зазора между якорем и сердечником винтами *11* (рис. 195).

4. Вибрацию якоря главного электромагнита устранять смещением короткозамкнутых витков в сторону якоря и установкой электромагнита в положение, обеспечивающее плотное соприкосновение рабочей поверхности якоря с сердечником. При установке электромагнита допускается использовать тонкие пластины из гетинакса или электрокартона, которые подкладываются под сердечник электромагнита.

16.5.3. Регулировка автомата

Регулировку производить в следующем порядке:

1. Отрегулировать зазор между главными контактами, для чего:

отвинтить контргайку *9* (рис. 195);

установить вращением винта *10* требуемый зазор, контролируя его щупом;

завинтить контргайку.

2. Установить зазор между блокировочными контактами, для чего подогнуть пластины блокировочных контактов или ограничивающие пружины с помощью ключа (рис. 200).

3. Отрегулировать давление главных и блокировочных контактов. Давление главных контактов регулировать винтом *10* (рис. 195), проверять граммометром.

4. Отрегулировать начало срабатывания, для чего:

отвинтить контргайку *12*;

вращая винт *11*, добиться срабатывания автомата при подаче на обмотку главного электромагнита рабочего напряжения;

завинтить контргайку.

5. Отрегулировать согласованное замыкание главных контактов, для чего нажать на якорь электромагнита и, вращая винты *10*, добиться одновременного замыкания главных контактов, причем зазор между контактами не должен отклоняться от допустимых величин.

После регулировки автомата смазать трущиеся детали (кроме контактов) смазкой ЦИАТИМ-201. Резьбовые соединения элементов регулировок закрасить цветной нитроэмалью.

Регулировку параметров реле, контакторов, пускателей, автоматов производить по паспортным (формулярным) данным на каждое устройство соответственно.

16.6. РЕМОНТ УГОЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ТИПА РУН

16.6.1. Указания по отысканию неисправностей

Отыскание неисправностей угольного регулятора начинать с внешнего осмотра.

Перед осмотром снять защитный кожух *5* (рис. 207), после чего проверить:

корпус и остальные детали, на которых не должно быть коррозии, трещин, вмятин и других механических повреждений;

угольные столбики, которые должны быть приблизительно одинаковыми по высоте и не должны иметь повреждений;

сжатие угольных столбиков тягой; оно должно быть равномерным; при опущенном до упора якоре электромагнита угольные шайбы должны быть расслаблены, а при поднятом якоре — сжаты;

гибкие проводники, соединяющие зажимы с серебряными шайбами, заложенными в угольных столбиках; они не должны касаться металлических деталей и не должны быть туго натянуты; в противном случае при расслаблении угольного столбика серебряные шайбы будут изгибаться и препятствовать полному расслаблению;

нет ли касания между якорем и магнитопроводом при любых положениях якоря;

величину воздушных зазоров между якорем и магнитопроводом; зазоры должны быть одинаковыми;

надежность крепления деталей, особенно плоских пружин *8*;

поверхность эмалированных стержней, на которой не должно быть трещин и сколов эмали;

состояние защитного покрытия электромагнита;

прочность закрепления контактных лепестков обмотки электромагнита;

состояние внешней изоляции катушек электромагнита и соединительных проводников.

Если установлено, что ненормальная работа системы регулирования есть следствие неисправности угольного регулятора, осмотреть его и провести электрическую проверку.

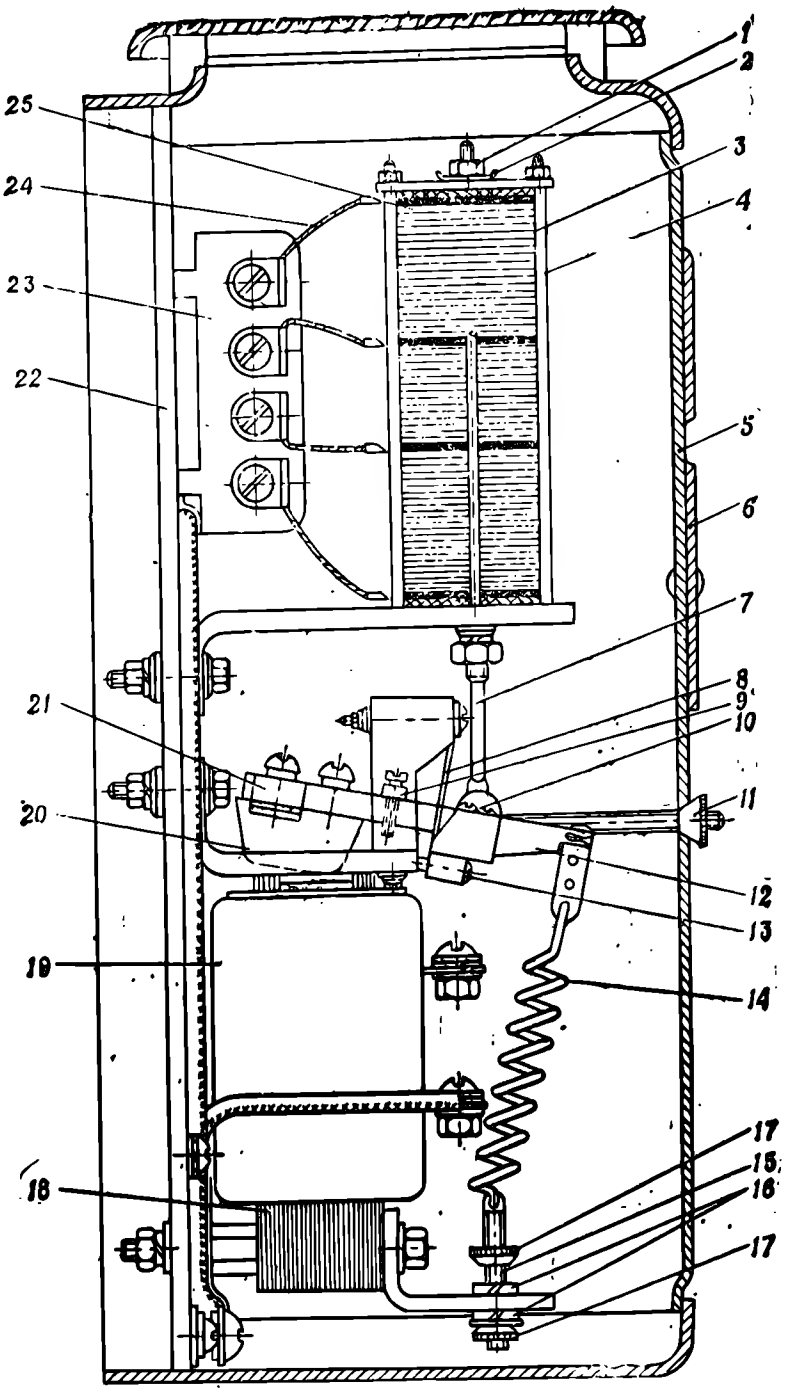


Рис. 207. Угольный регулятор РУН-111 (РУН-121):

1 — гайка; *2* — нажимное коромысло; *3* — угольные столбики; *4* — изолирующий стержень; *5* — кожух; *6* — паспортная табличка; *7* — тяга; *8* — плоская пружина; *9* — вертикальный стопорный винт; *10* — винт для установки тяги; *11* — гайка для крепления кожуха; *12* — рычаг; *13* — горизонтальный стопорный винт; *14* — балансная пружина; *15* — регулировочная шпилька; *16* — шайба; *17* — гайка для регулирования пружины; *18* — сердечник; *19* — катушка электромагнита; *20* — якорь; *21* — стальная скоба; *22* — плита; *23* — колодка с зажимами для гибких проводов серебряных шайб; *24* — гибкие проводники; *25* — серебряные шайбы

Все работы по проверке и ремонту, за исключением замены катушек магнита и калибровки регуляторов, можно проводить без снятия регулятора с агрегата питания.

Электрическую проверку произвести в следующем порядке:

измерить омметром сопротивление обмотки электромагнита (табл. 45); если обнаружен обрыв или замыкание, обмотки разъединить и проверить каждую отдельно;

Таблица 45

Обмоточные данные катушек угольных регуляторов типа РУН

Тип регулятора	Род тока	Номинальное напряжение, В	Число витков на две катушки	Диаметр провода, мм	Марка провода	Сопротивление двух катушек, Ом	Ток катушки, А	Общий ток (с учетом шунта), А
РУН-101 и РУН-101А	Постоянный	115	1220	0,64		11,8	0,53	0,655
		230	3700	0,41		48,6	0,265	0,317
РУН-111 и РУН-121		115	2080	0,8		11,2	0,65	0,8
		230	4120	0,55		46	0,33	0,4
РУН-131, РУН-131А и РУН-141		115	2500	0,8		14,6	0,65	0,8
		230	5000	0,55		6,2	0,33	0,4
РУН-101 и РУН-101А	Переменный	115	1600	0,51	ПЭЛ	16	—	—
			2000	0,31		66	0,6	—
		230	3200	0,35		64	0,3	—
РУН-111 и РУН-121		115	2000	0,31		64,6	—	—
			2080	0,8		11,2	0,65	—
		230	4120	0,55		46	0,33	—
		115	1650	0,59		14,6	0,8	—
			1800	0,41		61,5	—	—
		230	3300	0,41		62	—	—
			2800	0,41		64,5	0,4	—
РУН-131 и РУН-131А и РУН-141		115	2500	0,8		14,6	0,65	—
		230	5000	0,55		62	0,33	—
		115	2050	0,67		26,5	—	—
			3600	0,44		77,2	0,8	—
		230	4100	0,44		75	—	—
			3600	0,44		79	0,4	—

измерить мегаомметром сопротивление изоляции; мегаомметр подключать между корпусом и клеммами электромагнита, соединенными вместе; сопротивление изоляции должно быть не менее 5 МОм;

проверить, нет ли обрыва проводов, соединяющих клеммную панель с обмоткой электромагнита и с колодкой для подключения гибких проводников, идущих к серебряным шайбам в угольных столбиках;

проверить надежность закрепления якоря с рычагом на плоских пружинах при трехкратном номинальном токе катушки

регулятора, который обеспечивается соответствующим повышением напряжения; якорь установлен правильно, если он при включении трехкратного номинального тока не смещается в какую-либо сторону сердечника и на всем перемещении рычага зазоры между якорем и сердечником остаются неизменными;

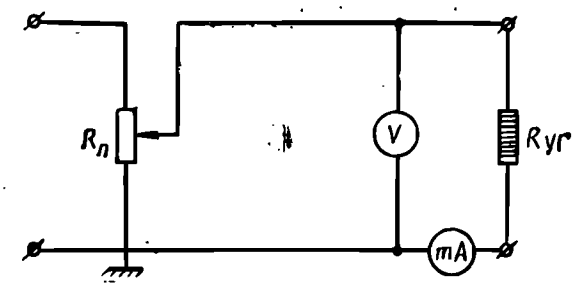


Рис. 208. Схема для измерения сопротивлений угольных столбиков регулятора:

V — вольтметр; *mA* — миллиамперметр; *Rп* — реостат; $R_{уг}$ — угольный столбик регулятора

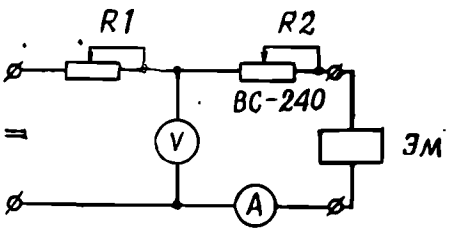


Рис. 209. Схема калибровки угольного регулятора напряжения постоянного тока:

А — амперметр постоянного тока; V — вольтметр постоянного тока; *R1* — реостат; *R2* — реостат уставки; Эм — катушка электромагнита

проверить сопротивление каждой параллельной ветви угольного столбика, при этом разница сопротивлений параллельных ветвей не должна превышать ±10% среднего арифметического значения; если имеется одна ветвь, разница между сопротивлениями отдельных столбиков также не должна превышать ±10% среднего арифметического значения;

проверить минимальное и максимальное сопротивления угольных столбиков, величина которых указана на паспортной табличке регулятора; сопротивление угольных столбиков и их параллельных ветвей измерять методом вольтметра — амперметра при токе не более 0,1 А; схема для измерения приведена на рис. 208.

Сопротивление угольного столбика определяется по формуле

$$R = \frac{U}{I},$$

где U — падение напряжения на угольном столбике, В;

I — ток, проходящий через угольный столбик, А.

При измерении максимального сопротивления якорь электромагнита удерживать рукой в опущенном до упора положении. Минимальное сопротивление измерять при отпущенном якоре. Несоответствие сопротивлений угольных столбиков номинальным данным устраняется их калибровкой, которая описана ниже;

проверить точность регулирования ($\Delta U\%$), которая должна быть не хуже ±2% для РУН-101, 101А, 111, 121 и ±2,5% для РУН-131, 131А и 141; в системах регулирования постоянного тока точность регулирования проверять по схеме, приведенной на рис. 209; в системах регулирования переменного

тока — по схеме, приведенной на рис. 210. Приборы для проверки должны иметь класс точности не хуже 1,0.

Плавно изменяя напряжение, подводимое к исполнительной схеме, установить якорь поочередно в крайние положения

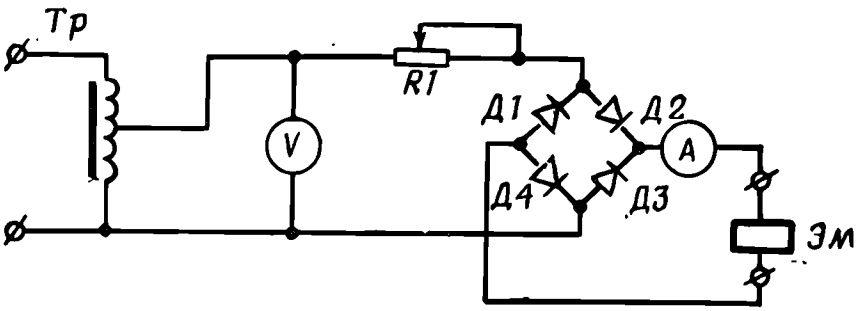


Рис. 210. Схема калибровки угольного регулятора напряжения переменного тока:

А — амперметр; V — вольтметр переменного тока; *R1* — реостат уставки; Эм — катушка электромагнита; Д1 — Д4 — селеновый выпрямитель

($U_{мин}$ и $U_{макс}$) и подсчитать величину точности регулирования по формуле

$$\pm \Delta U\% = \pm \frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}} 100\%,$$

где $U_{макс}$ — напряжение, при котором якорь втягивается до вертикального упора;

$U_{мин}$ — напряжение, при котором якорь отходит до горизонтального упора.

Если точность регулирования хуже номинальной, произвести калибровку по методике, изложенной ниже.

16.6.2. Устранение неисправностей

В случае обнаружения подгоревших или поломанных угольных шайб столбик перебрать и неисправные шайбы заменить. Перед разборкой столбики разжать, опустив якорь, вынуть изолирующий стержень *4* (рис. 207) и отвинтить гайку *1*. Во избежание засаливания нельзя дотрагиваться руками до рабочей поверхности угольных шайб.

Неисправную катушку электромагнита перемотать, пользуясь данными, приведенными в табл. 45, пропитать лаком № 447 и просушить.

После перемотки измерить сопротивление катушки и ее изоляции, а также проверить электрическую прочность изоляции напряжением 1500 В, 50 Гц в течение 1 мин с помощью модернизированной установки ПИУ-1 или установки УПУ-1.

Внешнюю изоляцию катушки восстанавливать лакотканью или киперной тесьмой. Лакоткань при намотке смазывать шеллачным лаком. Киперную тесьму после намотки пропитать бакелитовым лаком. Изоляцию выводов восстанавливать с по-

мощью трубки (хлорвиниловой или линоксиновой), которую надеть на выводы и закрепить бандажом из ниток № 00 ГОСТ 6309—80. Бандаж покрыть бакелитовым лаком ГОСТ 901—78.

Сопротивление изоляции катушки электромагнита восстанавливать сушкой обмотки при температуре 60—80°С. Для сушки использовать термостат или сушильный шкаф. Сушка может быть произведена также обогревом мощными электролампами. После сушки обмотку покрыть бакелитовым лаком.

Если продолжительной сушкой сопротивление изоляции повысить не удается, катушку перемотать.

Поврежденную балансную пружину заменить новой.

Трещины и отколы на клеммной панели склеивать клеем БФ.

Касание гибких проводников с металлическими деталями устранять поворотом клеммных лепестков.

Изолирующие стержни, имеющие трещины или значительные сколы (до $^1/_3$ диаметра), заменить. Если скол незначительный, повернуть стержень сколом наружу, чтобы он не препятствовал перемещению шайб.

16.6.3. Калибровка угольных столбиков

Калибровка угольных столбиков заключается в регулировке подвижной части, обеспечивающей определенную минимальную и максимальную величину сопротивления столбиков. Для калибровки включить регулятор по схеме (рис. 209). Сопротивление измерять методом вольтметра — амперметра при токе не более 0,1 А.

Для получения минимального сопротивления установить якорь с помощью горизонтального стопорного винта *13* (рис. 207) в такое положение, чтобы округление его профиля находилось над верхней плоскостью сердечника на 1—2 мм. Такое положение якоря будет соответствовать примерно минимальному тяговому усилию. Затем с помощью гайки *1* установить требуемое минимальное сопротивление, опустить якорь рукой и убедиться, что угольные столбики разжимаются. С помощью вертикального стопорного винта *9* установить требуемое максимальное сопротивление. Если величина минимального и максимального сопротивлений не оговорена в частном руководстве по ремонту, пользоваться паспортной табличкой *6*.

В том случае, когда угольные столбики разделены серебряными шайбами (соединение угольных столбиков имеет параллельные ветви), указанным выше способом измерить сопротивление каждой ветви. Разница измерений не должна превышать ±10% среднего арифметического значения измеренных сопротивлений. Сопротивления выравнивать перестановкой шайб из одной ветви в другую.

16.6.4. Калибровка угольного регулятора на точность регулирования

Схемы для калибровки угольных регуляторов систем постоянного и переменного токов изображены соответственно на рис. 209 и 210.

Источником постоянного или переменного тока могут являться агрегаты питания, обеспечивающие необходимое напряжение. Перед регулировкой убедиться в исправности элементов системы регулирования, входящих в схемы.

После включения питания схемы натяжением балансной пружины с помощью регулировочной шпильки *15* (рис. 207) установить якорь в среднее положение (при номинальном токе катушки). Если пределы регулировки недостаточны, ослабить пружину, переставив ее ушко в следующее нижнее отверстие пластинки.

Затем реостатом уставки установить номинальное напряжение (115 или 230 В) на системе регулятора, сохраняя при этом номинальный ток в обмотке электромагнита (натяжением или ослаблением балансной пружины *14*). Плавно изменяя напряжение, подводимое к схеме, установить якорь поочередно в крайние положения, причем якорь должен двигаться от одного упора до другого без резких скачков.

Записать величины напряжений, соответствующие крайним положениям якоря $U_{мин}$ и $U_{макс}$, и подсчитать $\Delta U\%$ по формуле, приведенной выше. Если точность регулирования ниже требуемой, необходима дальнейшая настройка угольного регулятора, состоящая главным образом в согласовании тяговой электромагнитной характеристики, характеристики балансной пружины и характеристики реакции угольных столбиков.

При настройке учитывать следующее:

1. Если для втягивания якоря требуется непрерывное увеличение напряжения, а для отпускания — непрерывное снижение, выходящее за пределы требуемой точности регулирования (велика жесткость балансной пружины, якорь перемещается медленно), то для уменьшения жесткости пружины переместить ее нижний конец ближе к сердечнику. Перемещая конец балансной пружины, сохранять силу ее натяжения.

2. Если якорь при значительных изменениях напряжения остается в покое, а затем при последующем изменении напряжения переходит в ускоренное движение от одного упора к другому, конец балансной пружины для увеличения ее жесткости переместить дальше от сердечника.

3. Если якорь из верхнего положения втягивается плавно, а к концу хода задерживается и требует чрезмерного повышения напряжения, подогнуть вниз концы скобы *21* (рис. 207). Наоборот, если к концу хода скорость движения якоря резко нарастает, а при возвращении требуется большое снижение напряжения для отпускания якоря, концы скобы отогнуть вверх.

4. Если для втягивания якоря из верхнего положения требуется значительно повысить напряжение, после чего якорь резко втягивается и проходит большую часть хода (иногда до полного втягивания без дальнейшего повышения напряжения), а затем при отпускании его скорость резко нарастает и в конце хода слышен удар горизонтального упорного винта о латунный угольник, опустить якорь с помощью горизонтального стопорного винта *13* и повторить калибровку, проверить точность регулирования и характер работы угольного регулятора.

5. Если при отпускании якоря в конце хода движение его становится вялым и требует значительного снижения напряжения (выходящего за пределы требуемой точности регулирования), несколько приподнять якорь с помощью винта *13*, повторить калибровку, проверить точность регулирования и характер работы регулятора.

6. В зависимости от характеристики угольных столбиков закрепленные на рычаге угольники тяги можно перемещать на увеличение хода тяги (от плиты) или на уменьшение (к плите). Желательно использовать наибольший ход якоря. Если в процессе калибровки производилось перемещение угольника тяги, то после этой операции калибровку повторить полностью.

16.7. РЕМОНТ УГОЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ТИПА УРН

16.7.1. Указания по отысканию неисправностей

Признаки неисправностей угольного регулятора типа УРН, проявляющиеся в работе системы регулирования, аналогичны признакам неисправностей регулятора типа РУН. Для установления характера неисправности осмотреть регулятор и произвести его электрическую проверку.

При внешнем осмотре проверить:

прочность крепления радиатора *15* (рис. 211), на котором не должно быть значительных сколов и трещин, превышающих 15% площади ребра или заходящих далее половины его радиуса;

Таблица 46

Обмоточные данные катушек угольных регуляторов типа УРН

Гип регулятора	Число витков	Диаметр провода (медный), мм	Диаметр проаода с изоляцией, мм	Марка провода	Сопротивление, Ом	Масса провода, кг
УРН-421	2000	0,33	0,38	ПЭВ-2	45,5±4,5	0,19
УРН-422	2000	0,33	0,38		45,5±4,5	0,19
УРН-423	2000	0,33	0,38		45,5±4,5	0,19
УРН-211Б	650	0,59	0,64		4,4±0,35	0,17
УРН-412	650	0,59	0,64		4,4±0,35	0,17

состояние проводников, которые не должны иметь повреждений;

наличие амортизаторов;

плотность прилегания основания *29* магнитопровода к магнитопроводу *26*.

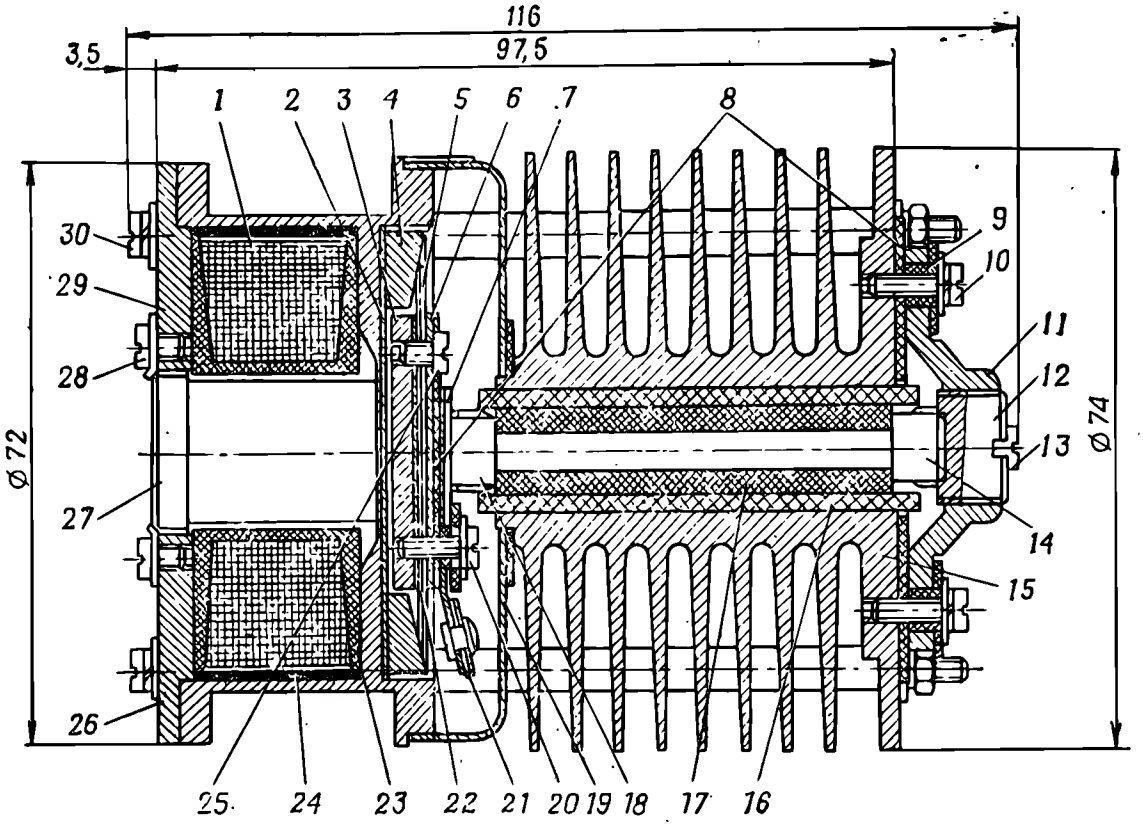


Рис. 211. Угольный регулятор напряжения УРН-423 (продольный разрез):

1 — катушка электромагнита; *2* — диамагнитная шайба; *3* — якорь; *4* — упорное коническое кольцо; *5* — пакеты пружины; *6* — пластинка для крепления пружин; *7* — плунжер, на котором крепится угольный контакт; *8* — слюдяные прокладки; *9* — фарфоровые втулки; *10* — винт крепления скобы; *11* — скоба; *12* — нажимной винт; *13* — стопорный винт; *14* — неподвижный угольный контакт; *15* — радиатор; *16* — фарфоровая трубка; *17* — угольный столбик; *18* — подвижной угольный контакт; *19* — крышка; *20* — винт крепления плунжера; *21* — контактная пластина; *22* — пластина для крепления пружин; *23* — каркас катушки; *24* — прессшпаковый поясок; *25* — винт крепления пружин; *26* — магнитопровод; *27* — сердечник; *28* — стопорные винты сердечника; *29* — основание магнитопровода; *30* — винты крепления основания магнитопровода

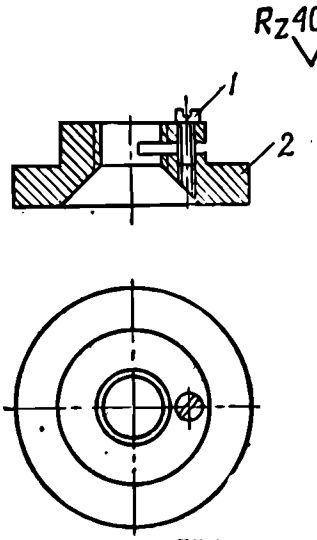
Электрическую проверку производить в следующем порядке:

измерить омметром сопротивление обмотки электромагнита (табл. 46);

измерить мегаомметром сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 1 МОм; мегаомметр подключать между выводами катушки и угольного столбика, а также между выводами катушки и корпусом регулятора.

16.7.2. Устранение неисправностей

Причинами недостаточно точной регулировки напряжения чаще всего являются усадка и подгар угольного столбика. Подгар столбика может вызвать также колебания напряжения без определенной периодичности. В случае ненормальной работы регулятора произвести его регулировку без снятия с агрегата. Если это не дает положительных результатов, снять регулятор и заменить угольный столбик. Угольный регулятор снимать с агрегата питания и при ремонте электромагнита.



Материал: сталь 35 ГОСТ 1050-74

Рис. 212. Оправка для нажимного винта:
1 — стопорный винт; *2* — оправка

Подгоревший угольный столбик перебрать. Вынимать и устанавливать угольный столбик следующим образом:

вывинтить стопорный винт *13* (рис. 211) и вывинтить нажимной винт *12*;

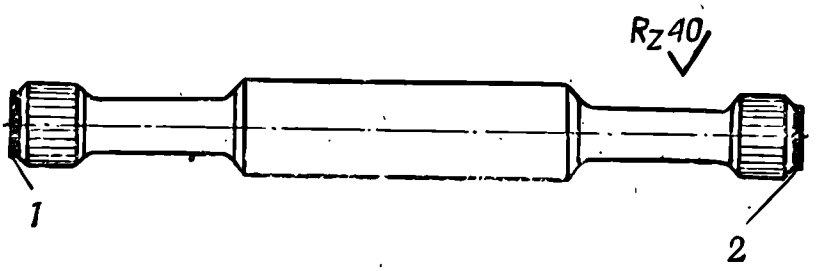
вставить внутрь столбика кусок прямой проволоки диаметром 1—2 мм, длиной 100 мм и, удерживая ее рукой за другой конец, наклонить регулятор так, чтобы все шайбы угольного столбика *17* под действием собственной массы, нанизываясь на проволоку, вышли из фарфоровой трубки *16*;

очистить от нагара плоскости неподвижного угольного контакта *14*, запрессованного в нажимной винт; для этого поставить оправку (рис. 212) широкой стороной на плиту, покрытую стеклянной шкуркой № 180—200 ГОСТ 10054—75, ввинтить в оправку нажимной винт *12* (рис. 211) настолько, чтобы при перемещении оправки от руки по шкурке на последней оставались следы угольной пыли; ввинтить стопорный винт оправки и, слегка прижимая оправку, перемещать ее рукой в разных направлениях, проворачивая одновременно вокруг оси до тех пор, пока не исчезнут следы нагара на плоскости контакта; если следы нагара остались, отпустить стопорный винт, подвинтить на 5—10° нажимной винт, застопорить его и повторить шлифовку; плоскость угольного контакта после шлифовки должна выступать над торцом нажимного винта не менее чем на 2 мм;

с помощью специального стержня (рис. 213), находящегося в комплекте ЗИП агрегата, очистить от нагара плоскость подвижного угольного контакта *18* (рис. 211), впрессованного в плунжер *7*; для этого повернуть угольный регулятор в вертикальное положение скобой *11* вниз, вставить снизу стержень в фарфоровую трубку *16* тем концом, на котором укреплена стеклянная бумага, и, слегка прижимая ее к угольному кон-

такту, повернуть 5—10 раз; вынуть стержень из трубки и удалить пыль из нее, постукивая ручкой стержня по корпусу угольного регулятора, затем протереть подвижной контакт войлоком, наклеенным на другом конце стержня;

нанизать на проволоку набор исправных шайб угольного столбика, не дотрагиваясь руками до их рабочей поверхности; установить угольный регулятор так, чтобы скоба была выше электромагнита, а ось фарфоровой трубки составляла с горизонталью угол, примерно равный 45°;



Материал: текстолит ГОСТ 2910-74

Рис. 213. Стержень для зачистки контактов угольного столбика:
1 — войлок; *2* — стекляиная шкурка

взять рукой один конец проволоки с нанизанными шайбами, другой конец вставить в фарфоровую трубку и слегка шевелить проволоку до тех пор, пока все шайбы не войдут в трубку; вынуть проволоку; правильно вставленный столбик должен полностью помещаться в трубке;

ввинтить в скобу нажимной винт до положения, в котором угольный контакт нажимного винта полностью утоплен в фарфоровой трубке.

Неисправную катушку электромагнита перемотать, пользуясь данными, приведенными в табл. 46. Катушка подлежит перемотке в случае внутреннего обрыва или наличия короткозамкнутых витков (обнаруживаемых по местному нагреву).

Намотку катушки, пайку выводов и изоляцию выполнять тщательно, придерживаясь образца, в противном случае она не войдет в магнитопровод; готовую катушку пропитать лаком № 447 ГОСТ 6244—70 и просушить.

Пониженное сопротивление изоляции катушки электромагнита (менее 1 МОм) устранять так же, как и для регулятора типа РУН.

После перемотки измерить сопротивление катушки и ее изоляции, а также проверить электрическую прочность изоляции напряжением 1500 В, 50 Гц в течение 1 мин с помощью модернизированной установки ПИУ-1 или установки УПУ-1М.

16.7.3. Настройка угольного регулятора на агрегате

Для настройки угольный регулятор должен быть подключен к схеме агрегата. Если система регулирования агрегата состоит из двух регуляторов, то каждый из них настраивается в отдельности, для чего замкнуть накоротко столбик того угольного регулятора, который в данном случае регулировке не подлежит, отсоединить сопротивление уравнительной схемы, находящееся в цепи возбуждения, отсоединить и подключить реостат параллельно угольному столбику настраиваемого регулятора для ограничения тока в цепи угольного столбика. Величина сопротивления и ток реостата приводятся в частных руководствах по ремонту. Настройку производить в следующем порядке:

поставить реостат уставки в положение, соответствующее минимальному напряжению генератора, а переключатель рода регулирования — в положение АВТОМАТИЧЕСКОЕ;

запустить агрегат на холостом ходу (генератор не нагружен);

отпустить стопорный винт и медленно ввинчивать нажимной винт *12* (рис. 211), следя за напряжением генератора; при ввинчивании нажимного винта напряжение генератора вначале возрастает до величины, превышающей номинальное значение, затем начинает уменьшаться и, достигнув некоторой минимальной величины, снова увеличивается; нажимной винт установить в такое положение, при котором напряжение генератора имеет минимальное значение, а при дальнейшем ввинчивании винта увеличивается;

ввинтить стопорный винт регулятора;

поставить переключатель рода регулирования в положение РУЧНОЕ, установить реостатом ручной регулировки номинальное напряжение на генераторе и, если столбик менялся, переключить переключатель 20—25 раз с РУЧНОЕ на АВТОМАТИЧЕСКОЕ и обратно для тренировки столбика; в положении АВТОМАТИЧЕСКОЕ убедиться в том, что небольшому повороту нажимного винта по-прежнему соответствует резкое увеличение напряжения, в противном случае уточнить установку винта;

после окончания регулировки вывинтить нажимной винт на 10—15° и застопорить его винтом *13*, который затем закрасить нитроэмалью.

16.7.4. Настройка угольного регулятора по искусственной схеме

Настройка производится в рабочем положении регуляторов (УРН-400 — в горизонтальном, УРН-200 — в вертикальном положении) перемещением сердечника *27* (рис. 211) и нажимного винта *12*. Для регулировки собрать схему (рис. 214).

Каждый раз до перемещения сердечника или нажимного винта нужно вывинтить, а после перемещения ввинтить стопорные винты *28* (рис. 211) и *13*.

Регулировку производить в следующем порядке:

1. Установить величину шунтирующего сопротивления реостатом R3 (рис. 214) согласно табл. 47. Сопротивление проверять омметром при отключенном столбике регулятора. Далее

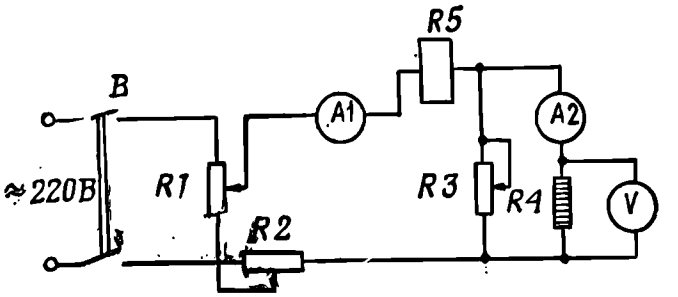


Рис. 214. Схема для настройки угольного регулятора типа УРН:

А — амперметры постоянного тока; V — вольтметр постоянного тока; *R1* — потенциометр; *R2* — реостат для точной регулировки; *R3* — шунтирующий реостат; *R4* — угольный столбик регулятора; *R5* — катушка угольного регулятора; В — выключатель

шунтирующее сопротивление отрегулировать так, чтобы при сопротивлении угольного столбика, равном $R_{макс}$ (табл. 48), ток в цепи столбика находился в пределах $0{,}1 \pm 0{,}01$ А. Сопротивление угольного столбика определяется по показаниям приборов А2 и V (рис. 214) методом вольтметра — амперметра.

Таблица 47

Шунтирующие сопротивления угольных регуляторов

Характеристика	Тип регулятора							
	УРН-211	УРН-221	УРН-412	УРН-421	УРН-422	УРН-422/1	УРН-423	УРН-423/1
Величина шунтирующего сопротивления, Ом	15	60	4	75	15	15	30	30

2. Включить выключатель В и плавно повышать напряжение потенциометром R1 до тех пор, пока якорь не притянется к магнитопроводу. При этом ток в катушке может достичь величины, в два раза больше указанной в табл. 46. Положение якоря определяется непосредственным наблюдением (УРН-200) или по мгновенному отклонению стрелки амперметра А1 в цепи катушки в момент перемещения якоря (регуляторы обоих типов).

Таблица 48

Минимальное $R_{мин}$ и максимальное $R_{макс}$ сопротивления угольного столбика, ток в катушке регуляторов типа УРН

Тип регулятора	УРН-211	УРН-221	УРН-412	УРН-421	УРН-422	УРН-421/1	УРН-423	УРН-423/1
$R_{мин}$, Ом	4,4	4,4	1,1	5,5	1,1	1,1	2,2	2,2
$R_{макс}$, Ом	120	120	30	150	30	30	60	60
Ток катушки, А	0,79—1,02	0,255—0,33	0,79—1,02	0,255—0,33	0,255—0,33	0,255—0,33	0,255—0,33	0,255—0,33

3. Произвести предварительную установку нажимного винта и снизить ток в катушке на 15—20%. Ввинчивать нажимной винт до тех пор, пока сопротивление угольного столбика не будет лежать в пределах $4R_{макс}$—$R_{макс}$. Снизить потенциометром R1 напряжение до нуля. Вышеперечисленные операции производить быстро во избежание чрезмерного перегрева катушки. Регулятор УНР-400 при этом должен находиться в вертикальном положении. Во время дальнейшей настройки положение регулятора горизонтальное.

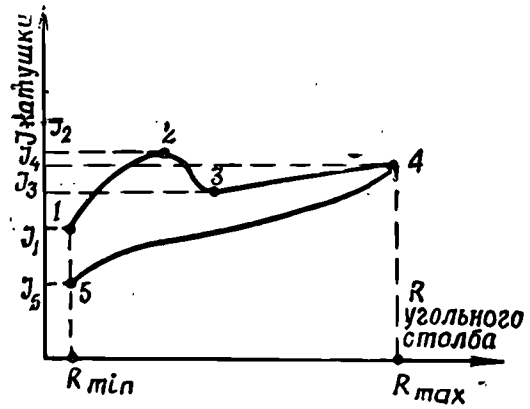


Рис. 215. Зависимость тока катушки от сопротивления угольного столбика при настройке угольного регулятора типа УРН по искусственной схеме:

1—2 — начальный участок кривой; *2—3* — гиперболический участок; *3—4* — конечный участок; *4—5* — участок гистерезиса

4. Проверить, как изменяется ток в катушке при возрастании сопротивления угольного столбика от $R_{мин}$ до $R_{макс}$. Ориентировочный вид кривой тока катушки приведен на рис. 215. Для проверки плавно поднять потенциометром напряжение от нуля и записать следующие показания амперметра в цепи катушки:

а) при достижении сопротивления, равного $R_{мин}$,— ток I_1 (точка *1* кривой);

б) в начале гиперболического участка (участка, на котором ток катушки уменьшается) — ток I_2 (точка *2* кривой);

в) в конце гиперболического участка (когда ток катушки при дальнейшем возрастании сопротивления столбика опять увеличивается) — ток I_3 (точка *3* кривой);

г) при достижении сопротивления угольного столбика, равного $R_{макс}$,— ток I_4 (точка *4* кривой).

Для настроенного регулятора максимальное значение тока I_2 не должно превышать начальное I_1 (при $R_{мин}$) более

чем на 3% $\left(\frac{I_2 - I_1}{I_1} 100\% \leqslant 3\%\right)$, на гиперстатическом участке минимальное значение тока I_3 по сравнению с максимальным I_2 должно уменьшаться более чем на 1,5% $\left(\frac{I_2 - I_3}{I_1} 100\% \geqslant \right.$ $\left. \geqslant 1{,}5\%\right)$, а конечное значение тока I_4 (при $R_{макс}$) должно на 1,5—3% превышать начальное I_1 $\left(\frac{I_4 - I_1}{I_1} 100\% = 1{,}5 - 3\%\right)$.

5. Произвести регулировку, ввинтив нажимной винт, если ток I_4 больше тока I_1 на 1,5%, или вывинтив его, если ток I_4 больше тока I_1 на 3%, после чего повторить проверку по п. 4.

6. Произвести регулировку, вывинтив сердечник, если ток I_2 больше тока I_3 на 1,5%, и ввинтив его, если ток I_2 больше тока I_1 на 3%. Поворачивать сердечник на 10—20°, каждый раз повторяя проверку по пп. 4 и 5.

7. Измерить гистерезис регулятора, для чего плавно изменить потенциометром напряжение от нуля до величины, при которой сопротивление угольного столбика равно $R_{мин}$, при этом записать ток I_1, а затем до величины напряжения, при котором сопротивление столбика равно $R_{макс}$, после чего уменьшать напряжение до получения сопротивления $R_{мин}$ и записать новое значение тока I_5. Снижение тока I_5 по отношению к току I_1 не должно превышать 6—8% $\left(\frac{I_1 - I_5}{I_1} 100\% \leqslant 6 - 8\%\right)$. Если гистерезис превышает 8%, регулятор заменить.

8. Вывинтить после настройки регулятора нажимной винт на 10—15° и надежно ввинтить стопорные винты нажимного винта и сердечника, после чего закрасить винты нитроэмалью.

17. НАМОТОЧНЫЕ РАБОТЫ

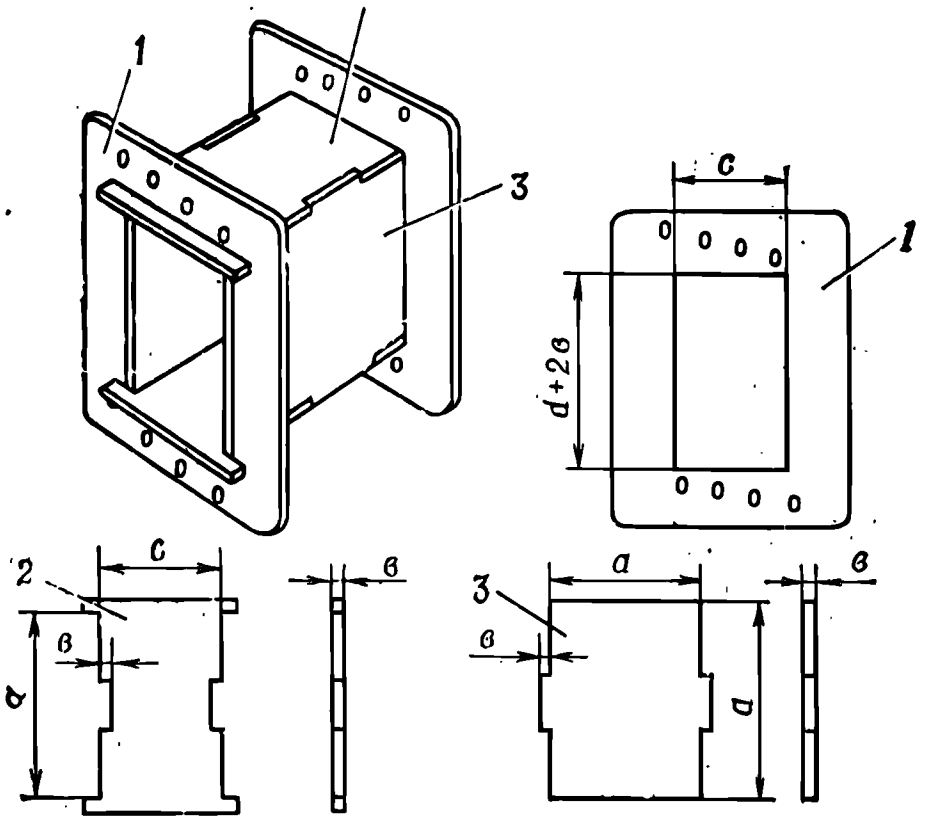
17.1. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ КАРКАСОВ

Почти все обмотки, имеющие более 4—6 витков, наматываются на каркасах. К каркасам предъявляются следующие требования: механическая прочность и жесткость, прочность закрепления провода и удобство закрепления выводов.

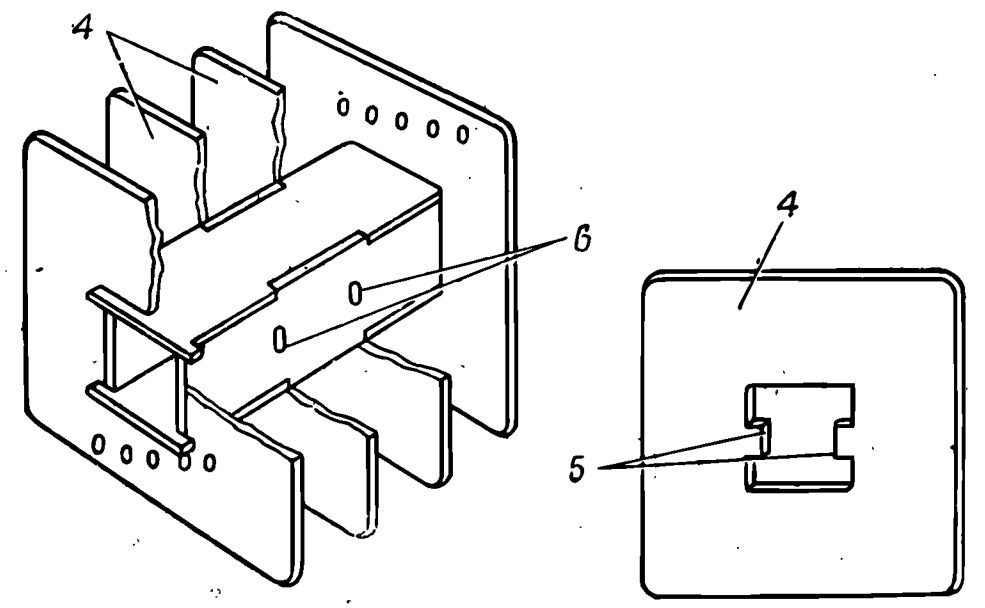
Для намотки катушки, как правило, используется исправный старый каркас, а в случае значительных его повреждений изготавливается новый по образцу поврежденного. Существует несколько конструкций каркасов. На рис. 216 показан каркас, собираемый из отдельных пластин. Такая конструкция обеспечивает необходимую жесткость каркаса без применения склеивающих веществ. Пластины каркаса изготавливают из листового текстолита, гетинакса или электроизоляционного картона толщиной 0,5—3 мм в зависимости от размеров каркаса и требуемой жесткости. Перед сборкой пластины из текстолита или гетинакса необходимо бакелизировать, как указано в разд. 18.

В другой конструкции каркаса гильза изготавливается из ленты тонкого электроизоляционного картона или из кабельной бумаги, которые навиваются на деревянный шаблон. Шаблон изготавливается по размерам сердечника трансформатора. Ленту в процессе навивки проклеивать бакелитовым лаком. Навитую на шаблон гильзу обмотать несколькими витками шпагата и просушить при температуре 100—120°С в течение 3—4 ч. Допускается изготавливать гильзу из электроизоляционного картона толщиной 0,5—2 мм путем склеивания прямоугольной заготовки. Щеки каркаса вырезать из листового текстолита, гетинакса или электроизоляционного картона толщиной 0,5—3 мм.

Щеки каркаса, изготовленные из текстолита или гетинакса, приклеить к гильзе с помощью хлопчатобумажных лент (рис. 217). Ленты приклеивать к гильзе бакелитовым лаком. Концы лент, выступающие за края гильзы, приклеивать к внутренним сторонам щек клеем БФ-2 или БФ-4 (приложение 22). После этого каркас, надетый на шаблон, сушить 1—2 ч на воздухе, а затем 2—3 ч в сушильном шкафу при температуре 100—120°С. Щеки каркаса, изготовленные из электроизоляционного картона, приклеивать к гильзе непосредственно



а



б

Рис. 216. Сборный каркас трансформатора:

а — каркас для обычной намотки; *б* — каркас для секционной намотки; *1* — наружная щека; *2*, *3* — стенки сборной гильзы; *4* — промежуточные щеки; *5* — шипы; *6* — прорези для шипов

(рис. 218). В этом случае сделать ножом надрез по намеченному контуру окна (по линии *а*) на $^1/_3$ глубины щеки. По диагоналям окна (линии *б*) сделать сквозные разрезы. Четыре треугольных лепестка отогнуть по линиям *а* в одну сторону, щеки надеть на гильзу, а отогнутые лепестки приклеить к гильзе бакелитовым лаком. Сушку производить так же, как и в первом случае. Если щеки подвергнуты бакелизации, то ленты приклеивать клеем БФ-2 или БФ-4.

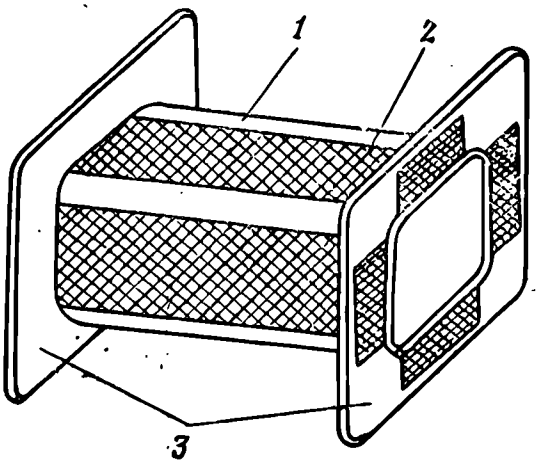
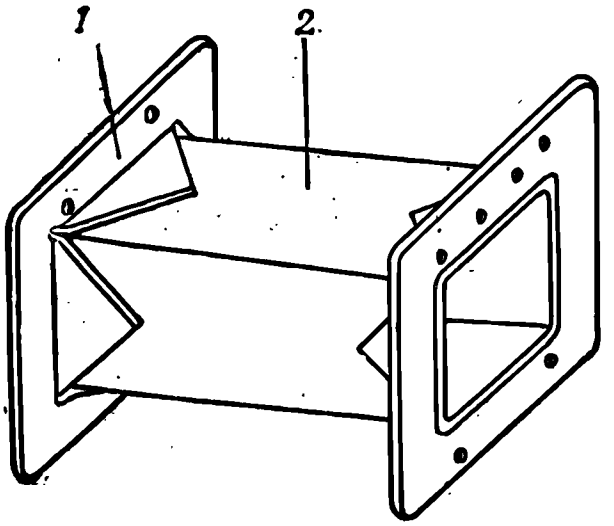


Рис. 217. Каркас со щеками, приклеиваемыми с помощью хлопчатобумажных лент:
1 — гильза; *2* — хлопчатобумажная лента; *3* — щека



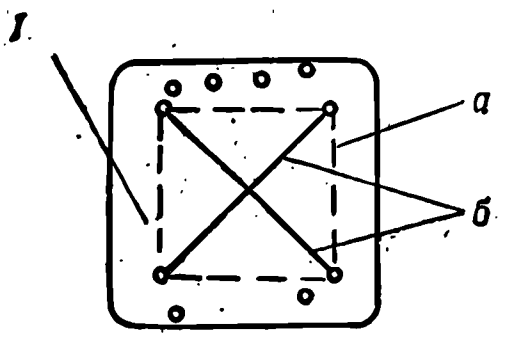


Рис. 218. Каркас со щеками, приклеиваемыми непосредственно:
1 — щека; *2* — гильза; *а*, *б* — линии

При бескаркасной намотке трансформаторов изготавливается гильза без щек.

При изготовлении каркасов лак применяется не только как склеивающее вещество, но и как способ защиты каркасов из гетинакса и текстолита от влаги.

17.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ОБМОТОК

17.2.1. Виды обмоток

Обмотки делятся на однослойные и многослойные.

Однослойные обмотки наматываются на цилиндрические, плоские, профильные каркасы и применяются для потенциометров, сопротивлений и пр. Однослойные обмотки могут выполняться в виде простой рядовой и бифилярной обмоток.

Особенность этого вида обмотки заключается в том, что она обладает малой величиной собственной емкости, ограниченной

возможностью получения больших индуктивностей, простотой изготовления, малым разбросом электрических параметров от заданного номинального значения.

Многослойные обмотки бывают нескольких видов. При ремонте могут восстанавливаться следующие виды обмоток: простая рядовая, бифилярная, универсальная, обмотка внавал.

Для намотки катушек используются намоточные станки типа СН-1 или СНУР-1. На этих станках можно наматывать рядовую однослойную и многослойную обмотки. На станке типа СНУР, кроме того, можно наматывать универсальную обмотку шириной 3—8 мм с четырьмя перегибами; диаметр обмотки до 50 мм.

17.2.2. Однослойная простая рядовая обмотка

Простая рядовая обмотка применяется в катушках колебательных контуров, дросселей высокой частоты и т. п. Намотка может производиться виток к витку или с принудительным

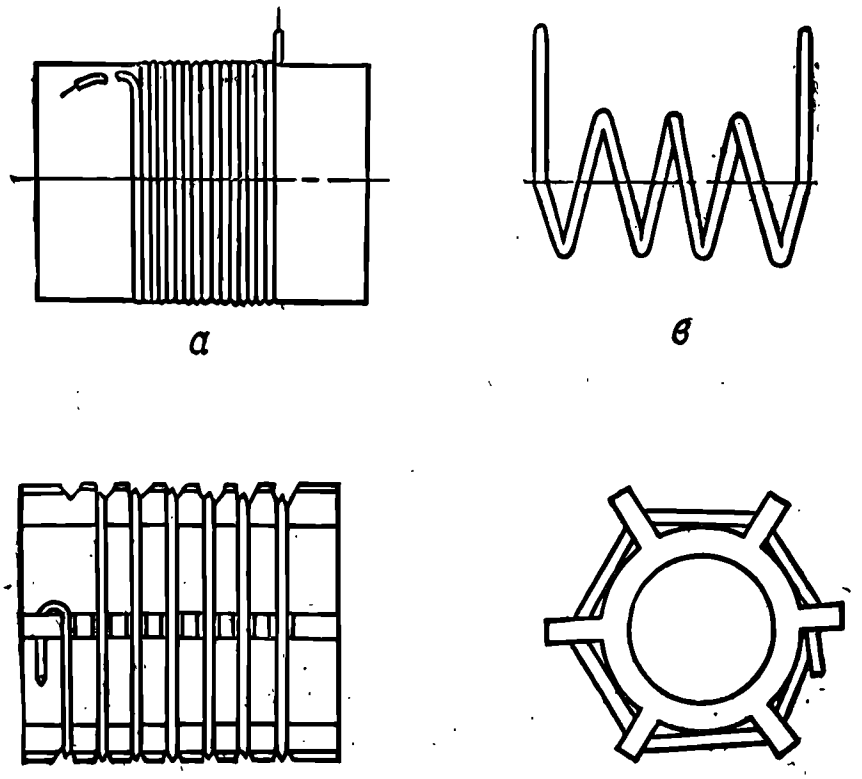


Рис. 219. Однослойная простая рядовая обмотка:
а — обмотка виток к витку; *б* — обмотка, выполненная на ребристом каркасе с пазами; *в* — бескаркасная обмотка

шагом, превышающим диаметр провода с изоляцией. Обмотка виток к витку (рис. 219, *а*) выполняется только изолированным проводом. Обмотка с принудительным шагом выполняется на каркасе или без каркаса (рис. 219, *б, в*).

Для того чтобы на гладком каркасе выдержать равномерный принудительный шаг, обмотку выполнять одновременно проволокой и ниткой (шпагатом), витки которой укладывать между витками обмотки (провода). После намотки нитку удалить. Выводные концы обмотки закрепить в отверстиях каркаса или прикрепить (припаять) к лепесткам контактов. В не-

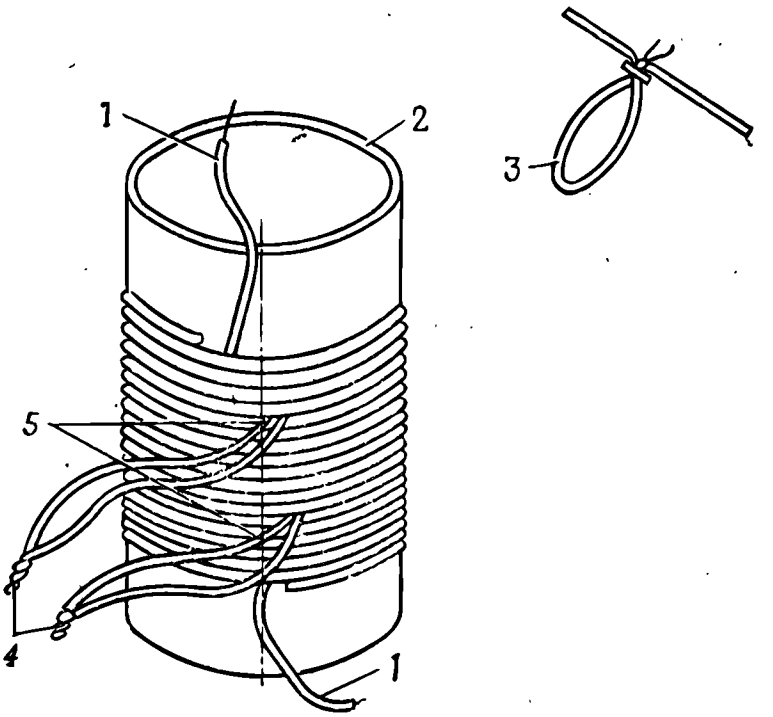


Рис. 220. Выполнение отводов от обмотки из тонких проводов:

1 — вывод обмотки; *2* — каркас; *3* — часть витка с отводом; *4* — отводы; *5* — места, в которых связаны отводы

которых случаях от средней части обмотки делаются отводы. Отвод закрепить механически к каркасу и затем припаять к определенному витку обмотки. Отводы от обмотки, выполненной тонким проводом или проводом ПЭШО и ПЭШД, делать способом петли (рис. 220). Для этого провод в том месте, где должен быть отвод, сложить в виде петли, основание которой перевязать и прикрепить к каркасу тонкой ниткой. Затем намотку продолжать тем же проводом. По окончании намотки петлю разрезать, концы зачистить и облудить. Чтобы витки не смещались, а были жестко закреплены на каркасе, обмотку проклеить полистироловым лаком или клеем БФ-4.

17.2.3. Однослойная бифилярная обмотка

Бифилярная обмотка (рис. 221) используется для изготовления безындукционных проволочных сопротивлений и наматывается одновременно двумя изолированными проводами. Предварительно концы проводов спаивают.

Безындуктивность такой обмотки достигается в результате взаимного уничтожения магнитных полей, создаваемых витками обоих проводов, равных и противоположно направленных. Основным недостатком такой обмотки является расположение вплотную друг к другу концов, находящихся под максимальной разностью потенциалов. Поэтому эксплуатационное напряжение ограничивается удвоенной величиной допустимого напряжения для изоляции применяемого провода. Концы обмотки и отводы заделывать так же, как это изложено для простой рядовой обмотки.

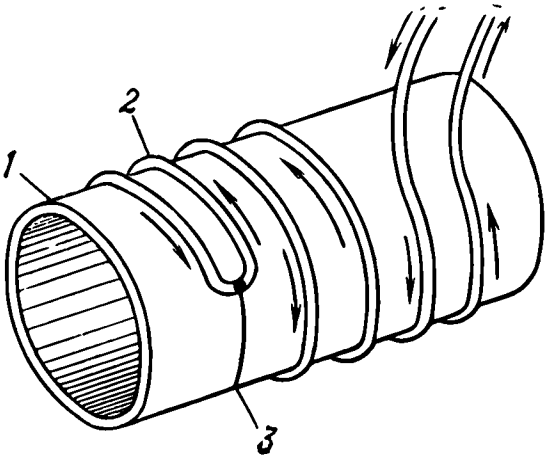


Рис. 221. Бифилярная обмотка:
1 — каркас; *2* — провод; *3* — нитка, крепящая начало обмотки

17.2.4. Многослойная простая рядовая обмотка

Простая рядовая многослойная обмотка применяется для изготовления большинства катушек трансформаторов и дросселей низкой частоты с железными сердечниками, катушек электромагнитов, контакторов и т. п. Она укладывается последовательно ряд на ряд в обе стороны — слева направо и справа налево. Порядок укладки рядовой многослойной обмотки показан на рис. 222. При четном количестве рядов начало и конец обмотки расположены с одной стороны. Обмотки этого вида позволяют получить значительные индуктивности, но характеризуются большой собственной емкостью и в связи с этим малой добротностью, а также повышенной разностью потенциалов между крайними витками соседних рядов. Она может резко возрастать от возможного провала витков в нижние слои, что угрожает пробоем при напряженном режиме работы катушки. Во избежание этого ряды обмотки следует дополнительно изолировать прокладками из конденсаторной или кабельной бумаги. Для обмотки использовать провод, указанный в частных руководствах по ремонту. Если провод требуемого диаметра отсутствует, то

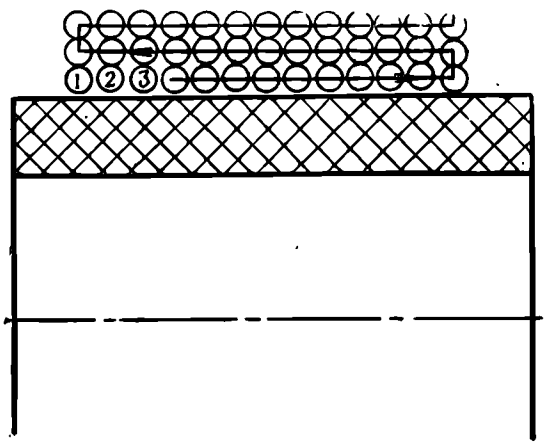


Рис. 222. Порядок укладки простой рядовой многослойной обмотки

допускается наматывать обмотку двумя проводами меньшего диаметра, соединенными параллельно. При этом необходимо обеспечить одинаковое натяжение обоих проводов.

Выводы проводов обмоток выполнять из обмоточного провода, если его диаметр не менее 0,5 мм. В этом случае на выводные концы надеть изоляционные трубки. В остальных случаях выводы выполнять гибким проводом в волокнистой изоляции (провода МГШД, МГШДО). Не следует применять для выводов провода с резиновой изоляцией, так как повышенная температура приводит к разрушению резинового покрытия. Выводные концы прочно закрепить на каркасе катушки и припаять к обмотке. Один из способов закрепления выводных концов показан на рис. 223. Закрепление выводных концов катушки трансформатора показано на рис. 224.

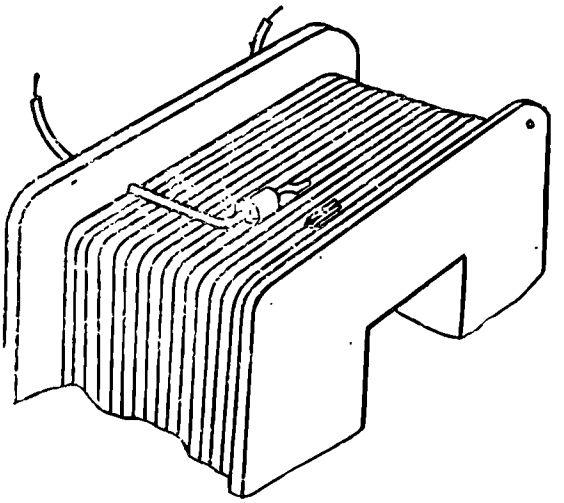


Рис. 223. Способ закрепления выводов обмотки

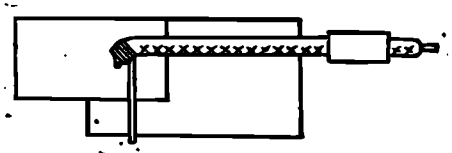
При обрыве провода во время намотки концы зачистить, скрутить и спаять. Тонкие провода допускается соединять свариванием, для чего концы провода скрутить на длине 10—15 мм и поместить в пламя спички. При появлении шарика расплавленного металла нагревание прекратить. Место соединения изолировать лакотканью или конденсаторной бумагой.

Для исключения возможности западания витков в конце каждого слоя следует заканчивать намотку слоя, не доходя 8—10 мм до края каркаса, и место, не занятое проводом, заполнить несколькими слоями ленты из кабельной бумаги, склеенной бакелитовым лаком (рис. 225). Толщина слоев ленты должна быть равна диаметру провода.

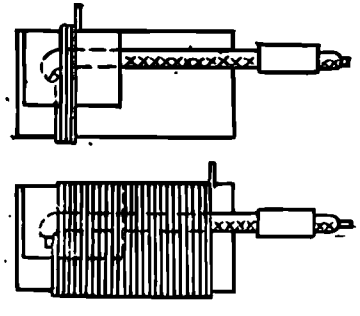
В некоторых конструкциях трансформаторов для лучшего использования всего каркаса применяют прокладки между слоями на 4—8 мм шире, чем расстояние между щеками каркаса. Применение таких прокладок позволяет укладывать слой обмотки почти вплотную к щекам (рис. 226). Для устранения складок на прокладках делают просечки.

При бескаркасной намотке (без щек) для устранения сползания крайних витков следует число витков в слоях уменьшать от начала до конца обмотки (рис. 227). Обмотка у бескаркасных катушек удерживается лентами из лакоткани, которые укладывают на гильзу перед намоткой.

Заделка начала обмотки

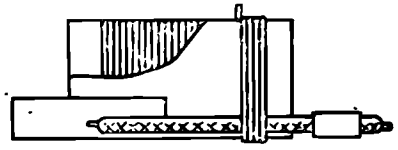


1. Один слой лакоткани ЛХ2 0,15мм уложить на гильзу под место пайки

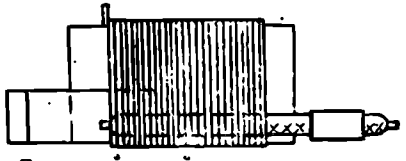


2. Свободный конец лакоткани отогнуть на место пайки сверху и укрепить витками обмоточного провода

Заделка конца обмотки



1. На предпоследний слой обмотки под выводной провод уложить один слой лакоткани на длине 12–15 мм

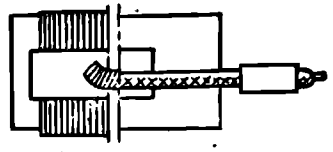


2. Второй слой лакоткани уложить на выводной провод и укрепить витками обмоточного провода на длине 10–12 мм

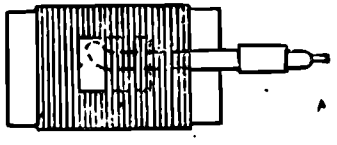
3. Верхний слой лакоткани отогнуть на обмоточный провод и приклеить клеем БФ-4. Концы выводного и обмоточного проводов спаять

4. Отогнуть на обмоточный провод нижний слой лакоткани и приклеить клеем БФ-4

Заделка отвода



1. Один слой лакоткани уложить под место пайки



2. Свободный конец лакоткани отогнуть на место пайки сверху и укрепить витками обмоточного провода

Схема изоляции пайки

Рис. 224. Закрепление выводных концов катушки траисформатора

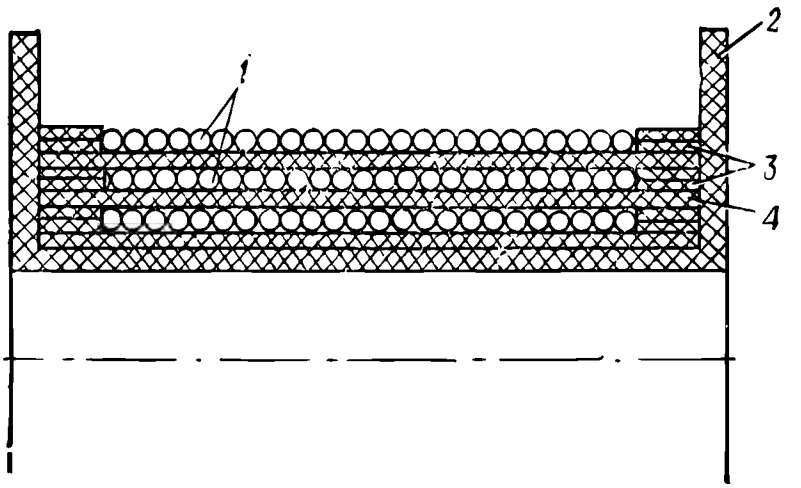


Рис. 225. Способ укладки обмотки с лентами, дополняющими слой:

1 — витки; *2* — каркас; *3* — ленты из кабельной бумаги; *4* — междуслойная изоляция

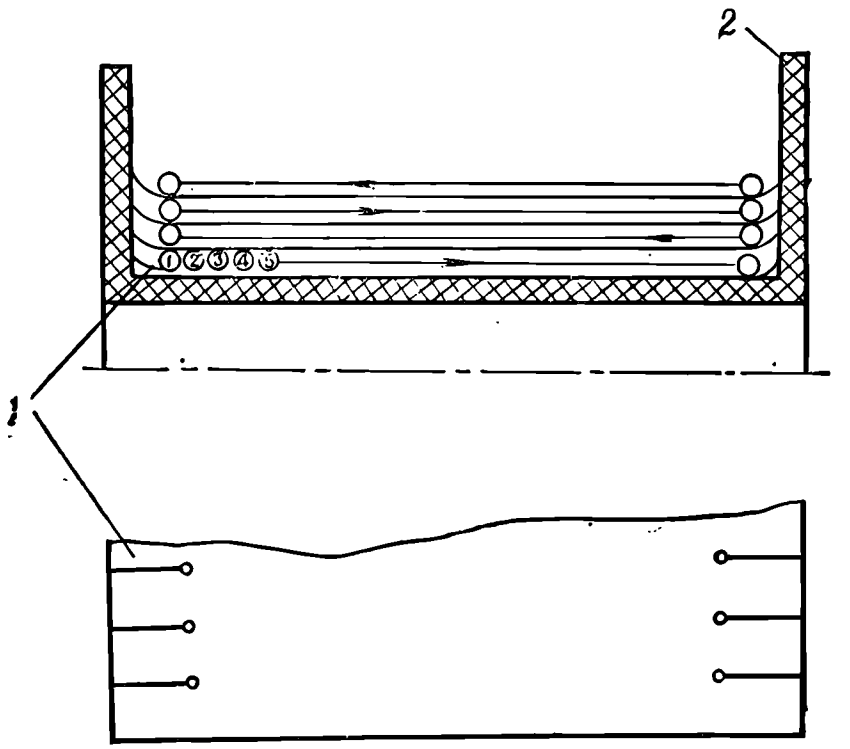


Рис. 226. Способ укладки обмотки с применением увеличенных прокладок с просечками:

1 — прокладки; *2* — каркас

После укладки провода обмотку обвернуть лентами и склеить ленты бакелитовым лаком.

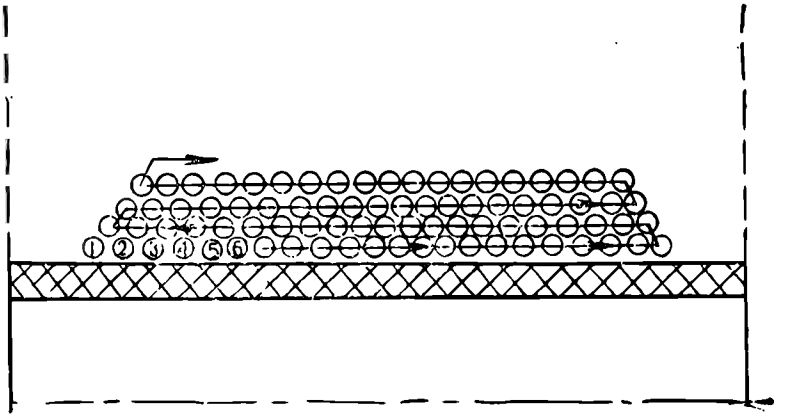


Рис. 227. Способ укладки провода с уменьшающимся количеством витков в слое

17.2.5. Многослойная бифилярная обмотка

Многослойная бифилярная обмотка отличается от однослойной только количеством слоев. Прокладки между слоями устраняют западание витков в нижние слои, хотя в большинстве случаев бифилярные многослойные обмотки выполняются без прокладок.

17.2.6. Универсальная обмотка

Универсальная обмотка представляет собой самый распространенный вид перекрестной обмотки, позволяющий получить сравнительно большие индуктивности при небольших габаритах и малой межвитковой емкости, причем емкость увеличивается с уменьшением угла укладки провода к плоскости намотки.

Такая намотка применяется при изготовлении катушек контуров масштабных гетеродинов, контуров ударного возбуждения, высокочастотных дросселей и т. п.

При намотке универсальной обмотки поводок намоточного станка совершает несколько (до шести) возвратно-поступательных движений за один оборот каркаса катушки, в результате чего провод ложится с несколькими перегибами по краям катушки. Каждый следующий виток, перегибаясь, ложится на каркас с опережением или запозданием по отношению к предыдущему перегибу (рис. 228). Перекрещивание каждого следующего витка с предыдущим позволяет получить механически прочную обмотку с диаметром, значительно превышающим ширину.

При малой ширине обмотки и при большем диаметре катушки угол укладки провода становится меньше и универсальная обмотка как бы приближается к простой рядовой. Для

устранения этого недостатка увеличивают число возвратно-поступательных движений поводка с проводом, т. е. число перегибов на один оборот катушки.

При использовании намоточного станка СНУР-1 перед намоткой подобрать шестерни для получения требуемого числа перегибов (2 или 4). Затем каркас надеть на шпиндель станка, поводок которого укрепить по месту укладки обмотки на каркасе. После этого по ширине обмотки отрегулировать ход поводка. Каркас смазать клеящим лаком. Для контурных катушек обычно применяют полистироловый лак (состав: 1 часть полистироловой стружки, 16 частей бензола), для дроссельных — бакелитовый ГОСТ 901—56. На каркас осторожно намотать 3—4 витка и выдержать необходимое время для подсыхания лака, после чего намотку продолжать.

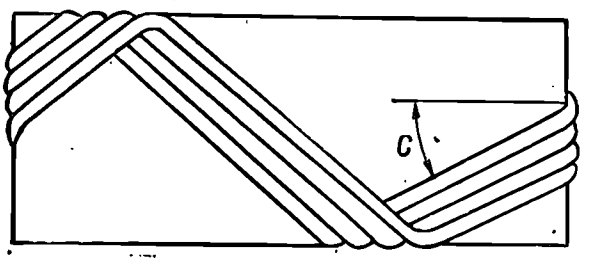


Рис. 228. Схема укладки универсальной обмотки

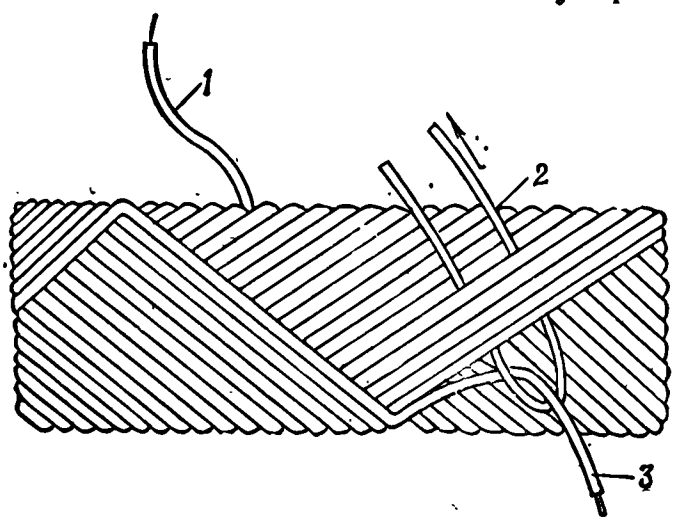


Рис. 229. Способ закрепления конца универсальной или перекрестной обмотки:
1 — начало катушки; *2* — петля из нитки; *3* — конец катушки

Во время намотки провод непрерывно смачивать лаком. Когда до окончания намотки останется 4—5 витков, наложить нитку, сложенную петлей, и прижать ее последними витками (рис. 229). В петлю просунуть конец провода, петлю потянуть за концы нитки, плотно прижав провод к обмотке, концы нитки обрезать.

Если обмотку, состоящую из нескольких секций, соединенных последовательно, наматывать без разрыва провода, то закреплять его на катушке при переходе от одной секции к другой следующим образом. За 15—20 витков до окончания на-

мотки катушки первой секции перпендикулярно к направлению витков уложить нитку и прижать ее последними витками секции. После этого концами нитки связать последние витки сверху и концы нитки отрезать. Затем поводок с проводом сдвинуть к месту укладки второй секции, которую намотать аналогично первой (рис. 230).

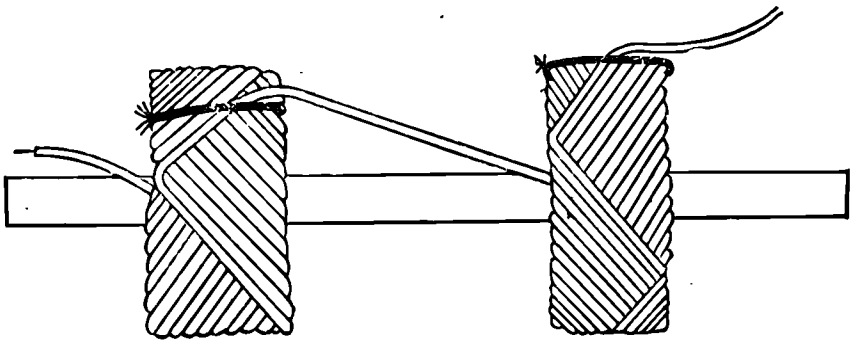


Рис. 230. Способ закрепления универсальной обмотки

При использовании намоточного станка СНУР-1 необходимо учитывать, что если вращать ручку станка быстро, то витки не соскальзывают и обмотка получается более качественной.

17.2.7. Обмотка внавал

Обмотка внавал или вразброс представляет простейшую многослойную обмотку, которая выполняется без строгого соблюдения порядка укладки витков. Такая обмотка встречается редко, но применяется в некоторых типах дросселей с железным сердечником, катушках реле и т. д., имеющих большое число витков из тонкого провода при малом напряжении, приходящемся на один виток.

При выполнении обмотки внавал через определенное количество витков следует помещать прокладку, чтобы избежать глубокого западания витков и исправить форму обмотки.

17.3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОБМОТОЧНЫХ РАБОТ

Катушки контролируются после намотки, а также после пропитки и отделки, т. е. после окончания всех операций по изготовлению катушки. Контроль включает внешний осмотр и электрическую проверку.

Внешний осмотр позволяет проверить правильность применения материала, расположение и выполнение выводов, геометрические размеры.

Проверку сопротивления обмотки производить омметрами, в качестве которых можно использовать приборы АВО-5М, Ц4313, Ц4312 и т. п.

Измерение малых сопротивлений производить измерительными мостами МО62, Е7-4 и т. п.

Измерение сопротивления обмоток дает возможность судить об отсутствии обрыва, о правильно выбранном диаметре провода и в некоторой степени о количестве витков.

Сопротивление изоляции измерять мегаомметром между отдельными обмотками (если их несколько), а также между обмотками и железным сердечником (если обмотка находится на сердечнике).

18. ПРОПИТОЧНЫЕ РАБОТЫ

18.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В комплекс пропиточных работ входят следующие технологические процессы: пропитка, заливка и лакировка.

Пропиткой достигается заполнение микроскопических пор изоляционных материалов электродвигателей, генераторов, трансформаторов и т. п. изделий и узлов, а также мелких промежутков между витками обмоток особым составом.

Заливка представляет собой заполнение свободных промежутков между деталью, узлом или прибором или стенками герметичного или негерметичного кожуха.

Лакировка обеспечивает нанесение изоляционного слоя на поверхность детали, узла или прибора.

Пропиточные работы производят, как правило, в стационарных ремонтных мастерских. В подвижных мастерских пропитку и заливку производят для восстановления устойчивой величины сопротивления изоляции обмоток трансформаторов, дросселей и других аналогичных изделий при отсутствии указанных изделий в ЗИП. Изолированные обмотки пропитывать для повышения сопротивления изоляции и электрической прочности, нагревостойкости и теплопроводности, влагостойкости, механической прочности, химической стойкости.

Для получения высококачественной изоляции обмоток, кроме пропитки, применять, где это предусмотрено, последующее покрытие обмоток специальными электроизолирующими лаками или покровными лаковыми эмалями.

Лакировку обмоток делают для того, чтобы:

создать на поверхности обмотки механически прочный изоляционный слой, защищающий основную изоляцию от повреждений;

получить гладкую и блестящую пленку на обмотке, которая затруднит накопление пыли и грязи и позволит их быстро удалять;

создать влагонепроницаемую пленку;

создать маслостойкое покрытие, предохраняющее основную изоляцию обмотки от воздействия смазочных масел;

защитить изоляцию обмоток от воздействия эмульсий, паров бензина, кислот, щелочей, хлора, аммиака и других вредных веществ.

Пропиточные ванны, емкости с пропиточными составами должны закрываться крышками. Жидкие лаки и легколетучие растворители должны храниться в герметичной посуде.

В помещении, где производится пропитка, **запрещается:**

размешивать лаки, содержащие бензол и толуол, в открытых емкостях, так как пары растворителей вредны для здоровья человека;

мыть руки растворителем;

курить;

применять оборудование, создающее искрение при работе;

пользоваться стальными молотками, зубилами из-за опасности появления искр при ударах;

в случае пожара гасить водой загоревшийся жидкий лак и растворитель.

В помещении для пропитки необходимо иметь противопожарный инвентарь (огнетушители, ящики с песком и т. д.).

На рабочем месте для пропитки рекомендуется иметь следующее оборудование, инструмент и приборы:

стол или верстак;

сушильный шкаф с вытяжной вентиляцией; допускается сушка в муфельных печах при открытой дверце;

металлическую ванну для разогрева пропиточных составов и пропитки окунанием;

кисти волосяные, сетчатые корзины, термометр (до 200°С), противень, секундомер, мегаомметр, пылесос, вискозиметр.

От соприкосновения с пропиточными составами кожа рук становится сухой, на ней появляются отеки, хронические экземы. Необходимо оберегать руки от лаков и растворителей. Для защиты рук от пропиточных составов и растворителей можно использовать казеиновую эмульсию. Она обладает способностью образовывать тонкую эластичную прозрачную пленку, которая не растворяется в органических растворителях и не оставляет жирных следов на обрабатываемых деталях. Для приготовления казеиновой эмульсии необходимо растворить в 1 л воды 150 г казеина, а затем нагреть раствор до температуры 30—35°С. Процесс растворения продолжается от 30 мин до 2 ч. Это зависит от качества и измельчения казеина. В казеиновый раствор добавить 50 мл 25% водного раствора аммиака и 50 мл глицерина.

После тщательного перемешивания получается густая масса. Ее и наносят на сухие чистые руки, растирают и дают высохнуть в течение 3—5 мин. «Перчатки» из казеиновой эмуль-

сии легко смываются теплой водой с мылом. Приготовленную эмульсию можно хранить в прохладном месте в течение недели.

18.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОПИТКИ

Технологический процесс пропитки состоит из следующих операций: предварительная сушка, пропитка лаками, сушка пропитанных обмоток, лакировка, сушка лакированных обмоток.

18.2.1. Предварительная сушка

Предварительная сушка обмоток необходима для удаления влаги, содержащейся в порах деталей или материалов, подлежащих пропитке.

Пропитка изоляции, содержащей влагу, может привести к закупориванию этой влаги в порах. Особенно тщательно, до полного удаления влаги, просушивать изоляцию обмоток высоковольтных электрических машин, трансформаторов и дросселей.

Изделия, подвергающиеся сушке, очистить от грязи и пыли щетками, ветошью или продувкой с помощью пылесоса.

Защитить от пропиточных материалов выводные концы, резьбы и т. п. изоляционными трубками, пробками или заглушками.

При сушке секций и целых обмоток необходимо их подвесить в шкафу или положить на металлические полки. Детали в сушильном шкафу располагать так, чтобы обеспечить интенсивное прохождение горячего воздуха около всех поверхностей. Для сокращения времени сушки рекомендуется загружать обмотки в нагретый шкаф.

Необходимую продолжительность предварительной сушки определять измерением сопротивления изоляции изделий в процессе сушки. Для этого при загрузке в сушильный шкаф одинаковых деталей рекомендуется три детали поместить в разных местах сушильного шкафа: одну в середине, а две ближе к стенкам. После первого часа сушки измерить сопротивление изоляции обмоток выбранных деталей, а затем повторять измерения через каждые 15 мин. Предварительную сушку следует считать законченной, когда при двух последовательных измерениях сопротивления изоляции отличаются не более чем на $\pm 10\%$. Ориентировочная продолжительность сушки, а также температурные режимы сушки для различных обмоточных изделий и типов изоляции приведены в табл. 49 и 50.

Обмотки крупных электрических машин рекомендуется просушивать током от постороннего источника или током нагрузки при работе в режиме генератора.

Таблица 49

Режимы сушки обмоток в зависимости от класса изоляции

№ по пор.	Наименование обмоток	Рекомендуемый способ сушки	Температура сушки, °С	Длительность сушки (общая), ч
1	Мелкие катушки низковольтных машин и аппаратов с изоляцией класса А	В сушильном шкафу	100—120	2—3
2	Средние катушки и секции низковольтных машин и аппаратов с изоляцией класса А	То же	110—120	3—4
3	Крупные катушки и секции низковольтных машин и аппаратов с изоляцией класса А	»	110—120	4—6
4	Средние катушки и секции низковольтных машин и аппаратов с изоляцией классов В и F	»	130—140	4—6 и более
5	Крупные катушки и секции низковольтных машин и аппаратов с изоляцией классов В и F	»	130—140	6—8 и более
6	Статоры, роторы, якоря (обмотанные) машин напряжением до 500 В нормального исполнения с изоляцией класса А:	»		
	мелкие		110—120	3—5
	средние		110—120	4—6
	крупные		110—120	5—8 и более
7	Статоры, роторы, якоря (обмотанные) машин напряжением до 500 В с изоляцией классов В и F нормального исполнения:	»		
	средние		130—160	4—6
	крупные		130—160	6—8
8	Статоры, роторы, якоря (обмотанные) машин напряжением до 500 В влагостойкого исполнения:	»		
	мелкие		120—130	4—6
	средние		120—130	6—10
	крупные		120—130	10—16 и более

Окончание

№ по пор.	Наименование обмоток	Рекомендуемый способ сушки	Температура сушки, °С	Длительность сушки (общая), ч
9	Статоры, роторы, якоря (обмотанные) машин напряжением свыше 500 В (до 6000 В)	В сушильном шкафу	120—130	12—18 и более

Примечания: 1. Рекомендуемый способ сушки и время воздушной сушки для конкретных марок пропиточных лаков приведены в табл. 32.

2. Максимально допустимая температура сушки обмоток составляет:
для изоляции класса В 160—170°С;
для изоляции класса F 170—180°С.

3. Характеристика классов изоляции приведена в табл. 52.

Таблица 50

Температурные режимы сушки обмоток в зависимости от типа изоляции

Тип изоляции	Температура сушки, °С	
	оптимальная	максимально допустимая
Хлопчатобумажная и шелковая непропитанная изоляция	110—120	130—140
Эмалевая изоляция проводов:		
а) марки ПЭЛ	110—120	130—140
б) марки ПЭТ и винифлекс	120—130	150

18.2.2. Пропитка обмоток

Для пропитки обмоток электроэлементов применять лаки, указанные в табл. 51 или в частном руководстве по ремонту.

Лак развести соответствующим растворителем, указанным в табл. 51, до требуемой вязкости. Определение вязкости вискозиметром ВЗ-4 описано в приложении 34.

Растворитель вливать в лак медленно, небольшими порциями, непрерывно помешивая смесь. Лак и растворитель должны иметь одинаковую температуру. Разбавленный лак профильтровать через два-три слоя марли. Качество смеси проверить погружением в нее листа бумаги.

Если после пропитки бумаги пленка лака получается равномерной, без крупинок, значит, лак разведен правильно.

Таблица 51

Технические характеристики пропиточных лаков

Наименование и марка	ГОСТ или ТУ	Растворитель для разведения	Вязкость по вискозиметру ВЗ-1, сек	Температура сушки, °С	Время сушки, ч	Основные характеристики	Изделия, подлежащие пропитке
Лак электроизоляционный пропиточный МЛ-92	ГОСТ 15865—70	Толуол, смесь толуола и уайт-спирита в соотношении 1 : 1	26—37	135±5	4	Хорошо просыхает в толстых слоях. Имеет хорошие пропитывающую и цементирующую способности. Влаго- и маслостоек при нормальной температуре, но имеет пониженную влагостойкость и невысокие диэлектрические свойства при повышенных температурах. Лаковая плеика светло-коричневого цвета, прозрачная, блестящая	Изделия с многослойными обмотками (электромашины, трансформаторы и т. п.), детали из пластмасс (гетинакса, текстолита, стеклотекстолита, пресс-материалов), работающие в интервале температур от —60 до +150°С
Лак электроизоляционный пропиточный ФЛ-98	ГОСТ 12294—66	Ксилол, смесь уайт-спирита и ксилола в соотношении 1 : 1	35—45	130±5	5	Термореактивен. Хорошо просыхает в толстом слое и в глубине обмоток. Хорошие пропитывающая, цементирующая способности. Может быть использован в тропическом климате. Лаковая пленка темно-коричневого цвета	То же

Окончание

Наименование и марка	ГОСТ или ТУ	Растворитель для разведения	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4, сек	Температура сушки, °С	Время сушки, ч	Основные характеристнки	Изделия, подлежащие пропитке
Лак электроизоляционный ПЭ-933	ТУ 6-10-714—68	Толуол, смесь этилцеллозольва и толуола в соотношении 2 : 1	30—40	165±5	4	Лак полностью просыхает в толстых слоях и в глубине обмоток. Имеет высокую цементирующую способность, хорошие электроизоляционные свойства, мало изменяющиеся с повышением температуры и увлажнения. Недостатком лака является его токсичность. Лаковая пленка однородиая, прозрачная, желтого цвета	Изделия с многослойными обмотками, работающие в интервале температур от —60 до +155°С
Лаки кремнийорганические К-47, К-47К	МРТУ 6-02-287—64	Этилцеллозольв (для К-47), ксилол (для К-47К)	30—50	110±5 и 185±5	4 6	Имеет хорошие пропитывающую и цементирующую способности. Может быть нспользован в тропическом климате. Лаковая пленка прозрачная, темно-коричневого цвета	Изделия с многослойными обмотками, работающие в иитервале температур от —60 до +155°С (кратковременно до +180°С). Обмотки, выполненные проводами тнпа ПЭТВ, пропитывать лаком К-47 не рекомендуется, так как возможно разрушение изоляции

Таблица 52

Характеристика классов изоляции

Класс изоляции	Характеристика
A	Изоляция из волокнистого (целлюлоза или шелк) пропитанного материала, допускающая работу при температуре нагревостойкости до 105°С
B	Изоляция с органическими связями и пропитывающими составами, допускающая работу при температуре нагревостойкости до 130°С
F	Изоляция с синтетическими связями и пропитывающими составами, допускающая работу при температуре нагревостойкости до 155°С
H	Изоляция, применяемая в сочетании с кремнийорганическими связующими и пропитывающими составами, допускающая работу при температуре нагревостойкости до 180°С
E	Некоторые синтетические и органические пленки и другие материалы, допускающие работу при температуре нагревостойкости до 120°С

Примечание. Нагревостойкость изоляции — это ее способность работать без разрушения при воздействии рабочей температуры в течение времени, сравнимого с расчетным сроком нормальной эксплуатации оборудования.

Качество лака в процессе применения необходимо контролировать, добавлять растворитель до соответствующей вязкости, периодически фильтровать через редкую ткань. Сильно загрязненный лак следует заменять новым.

После предварительной сушки горячие обмотки, нагретые до температуры 60—70°С, уложить в сетчатую корзину и погрузить в ванну с лаком, подогретым примерно до той же температуры. При этом обмотки должны быть полностью покрыты лаком. Погружение в лак обмоток с температурой выше 70°С не рекомендуется, так как при этом интенсивно испаряется растворитель.

Для лучшего проникновения лака и быстрейшего вытеснения воздуха узлы электрических машин следует устанавливать так, чтобы пазы были в вертикальном или в наклонном положении.

Выдерживать обмотки в лаке в течение 15—30 мин. Показателем окончания пропитки является прекращение выделения воздушных пузырьков. После окончания пропитки извлечь обмотки из лака и подвесить их над ванной на время 10—30 мин для стекания лака. После этого чистой хлопчатобумажной тряпкой, слегка смоченной в растворителе, удалить лак с поверхностей, которые не должны быть покрыты. Для повышения качества пропитки применять многократную пропитку (от двух до пяти раз).

Рекомендуемые значения кратности пропитки обмоток электроэлементов в электроизоляционных лаках приведены в табл. 53. При многократной пропитке после каждого погружения обмотки сушить, как указано ниже.

Таблица 53

Рекомендуемые значения кратности пропитки обмоток электроэлементов в электроизоляционных лаках

№ по пор.	Электроэлемеиты, в которых работают обмотки	Кратность пропитки
1	Машины и аппараты нормального исполнения, предназначаемые для работы в помещениях с нормальной влажностью (до 60—70% относительной влажности)	Одно-двукратная пропитка
2	Машины и аппараты влагостойкого исполнения, предназначенные для работы в помещениях с повышенной влажностью (до 80—95% относительной влажности)	Трехкратная пропитка
3	Машины и аппараты, предназначаемые для длительной работы в очень влажных помещениях, на открытом воздухе и в условиях, когда изоляция обмоток может подвергаться активному химическому воздействию	Пятикратная пропитка

Время выдержки обмоток в лаке при каждой последующей пропитке снижать. Вторая и следующие пропитки фактически являются покровными, поэтому для них достаточно время выдержки 8—10 мин. При длительной выдержке уже пропитанных обмоток в лаке возникает опасность разрушения лаковой пленки растворителями. Между очередными пропитками необходима сушка.

При пропитывании обмоток, намотанных проводом марки ПЭЛ, необходимо применять лаки, не содержащие бензол, толуол и подобные растворители, во избежание разрушения эмалевой изоляции. Обмотки из проводов с винифлексовой изоляцией не рекомендуется выдерживать в лаках, содержащих бензол, толуол и подобные растворители, более 5—10 мин.

При пропитке крупных машин в условиях ремонта можно погружение в лак заменить обливанием обмотки лаком либо подвергать пропитке обмоточный провод до производства обмоточных работ. Эти методы не могут обеспечивать качественной пропитки, поэтому их рекомендуется применять в исключительных случаях.

18.2.3. Сушка обмоток, пропитанных лаками

Сушка обмоток, пропитанных лаками, имеет две стадии: разогрев обмоток для удаления растворителей и запекание лаковых пленок.

В течение первой стадии сушки температуру поддерживать в пределах 70—80°С.

В течение второй стадии сушки температуру поддерживать в пределах 120—140°С.

Сушка пропитанных обмоток при температурах ниже 100°С приводит к ухудшению электрических свойств изоляции.

Время сушки обмоток в зависимости от их размеров и конструкции колеблется от 4 до 12 ч. Показателем окончания сушки служит прекращение роста сопротивления изоляции при постоянной температуре.

Если обмотки подвергать многократной пропитке, то после каждого этапа пропитки обмотки сушить описанным способом, затем охладить до температуры 60—80°С и вновь пропитать лаком.

18.2.4. Лакировка пропитанных обмоток

Для повышения изоляционных свойств обмоток, уже подвергнутых пропитке, производится лакировка обмоток покровными лаками или эмалями. При лакировке обмоток, когда требуется получить высокую влагостойкость или химическую стойкость изоляции, применять многократное нанесение лака или эмали.

Обмотки лакировать непосредственно после сушки, для чего полностью пропитанные и хорошо высушенные обмотки при температуре 50—60°С покрыть лаком или эмалью пульверизатором, кистью или погружением в зависимости от размеров и формы изделий.

Пульверизатором жидкий лак или эмаль распыляется струей сжатого воздуха и наносится на поверхность обмотки. Этот метод наиболее удобен и совершенен, но не обеспечивает надежного покрытия труднодоступных поверхностей обмоток.

Когда необходимо покрыть всю поверхность, обмотку погрузить на несколько минут в покровный лак или эмаль. После извлечения из лака на всей поверхности обмотки образуется сплошная пленка лака или эмали. Метод окунания рекомендуется и для лакировки малогабаритных электроэлементов, где метод распыления является неэкономичным вследствие непроизводительного распыления значительного количества эмали или лака.

Если первые два метода лакировки недоступны, наносить лак или эмаль кистью. Этот метод наиболее простой, но наименее совершенный, так как при нанесении лака или эмали

кистью на обмотки сложной формы трудно добиться равномерного покрытия.

Обмотки после нанесения на них лака или эмали подвергать сушке на воздухе или в сушильном шкафу в зависимости от типа применяемого лака или эмали.

Лакированные поверхности должны иметь чистую, гладкую, блестящую эластичную пленку лака, без потеков, вздутий, трещин и отслоений; слой пленки должен быть равномерным.

В табл. 54 приведены технические характеристики и область применения покровных лаков и эмалей.

18.2.5. Сушка лакированных обмоток

Воздушную (холодную) сушку производить в сухом чистом помещении при температуре не ниже 16—20°С. В целях сокращения времени высыхания большинство лаков и эмалей воздушной сушки целесообразно сушить в сушильных шкафах при температуре не выше 60—80°С аналогично сушке пропитанных лаками обмоток.

18.3. ЗАЛИВКА СОБРАННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ КОМПАУНДАМИ

18.3.1. Приготовление компаундов

Компаунды приготовлять в ванне или бочке с электроподогревом. Хранить компаунды в любой посуде в условиях, исключающих их загрязнение.

Приготовление битумно-масляного компаунда. Компаунд применяется для заливки свободного пространства в кожухе в целях повышения теплопроводности.

Рецептура: спецбитум марки Г ГОСТ 21822—76 с температурой размягчения 125—135°С 48%; трансформаторное масло ГОСТ 982—68 10%; тальк технический ГОСТ 21235—75 42%.

Для получения компаунда наибольшей однородности технический тальк должен быть мелкого помола и высокого качества. Тальк просушить в течение 2—3 ч при температуре 130—150°С.

Для приготовления компаунда спецбитум загрузить в ванну и разогреть до температуры 240—260°С. Перемешивая битум мешалкой, постепенно прибавлять в горячем виде отвешенное количество измельченного и просушенного талька. Получив однородную массу черного цвета, прекратить нагрев и добавить требуемое количество трансформаторного масла. Масло размешать со смесью битума и талька до получения однородной массы.

Приготовление битумно-церезинового компаунда. Компаунд применяется для защиты от увлажнения обмоток маломощных трансформаторов, дросселей и катушек электроэлементов низкой частоты.

Таблица 54

Технические характеристики лаков и эмалей

Наименование и марка	ГОСТ, ТУ	Растворитель для разведения	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4, с	Температура сушки, °С	Время сушки, ч	Основные характеристики	Применение
Лак кремнийорганический К-57	МРТУ 6-02-318—64	Толуол, ксилол	13—16	120±5 и 205±5	3 10	Обладает хорошей клеящей и пропитывающей способностями. Кратковременно может выдерживать температуру от 250 до 300°С. Влагостоек. Может быть использован в тропическом климате. Лаковая пленка светло-желтого цвета	Изделия с многослойными обмотками, работающие в интервале температур от —60 до +180°С (кратковременно до 230—250°С)
Лак электроизоляционный пропиточный ГФ-95	ГОСТ 8018—70	Сольвент, , ксилол	24—28	130±5	8	Под воздействием горячего трансформаторного масла пленка лака размягчается. Лаковая пленка блестящая, однородная, без морщин	Обмотки электрических машин и аппаратов, работающие в интервале температур от —60 до +120°С. Пропитка гетинаксовых и текстолитовых деталей
Лак электроизоляционный пропи-	ГОСТ 6244—70	Сольвент, бензин, смесь толуола или сольвента с	26—50	110±5	10	Обладает достаточно высокимн теплостойкостью и влаго-	Обмотки электрических машин и других изделий, работающих

Продолжение

Наименование и марка	ГОСТ, ТУ	Растворитель для разведения	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4, с	Температура сушки, °С	Время сушки, ч	Основные характеристики	Применение
точный БТ-987 (бывший № 447)		бензином в соотношенин 1 : 1,5				стойкостью. Обеспечивает хорошую цементацию витков. Лаковая пленка блестящая, однородная	в нитервале температур от —60 до +100°С
Эмаль ЭП-140 (всех цветов)	МРТУ 6-10-599—66	Растворитель Р-40, разжижитель Р-5	12—16	20±5 и 70±5	0,4 5	-	По пропиточным лакам МЛ-92, ФЛ-98, БТ-987
Эмаль ЭП-74Т (серая)	ТУ 6-10-1039—70	Смесь этилцеллозольва, ацетона и ксилола в соотношенни 3 : 3 : 4	16—50	20±5 и 120±5	1 2	—	По пропиточным лакам МЛ-92, ФЛ-98, БТ-987
Эмаль КО-811	МРТУ 6-10-596—65	Разжижитель Р-5	16—23	20±5 и 150±5	0,5 1	—	По пропиточным лакам ПЭ-933, К-47, К-47К, К-57
Лак электроизоляционный пропиточный МЛ-92	ГОСТ 15865—70	Толуол, смесь толуола н уайт-спирита в соотношении 1 : 1	26—37	135±5	4	—	По пропиточному лаку МЛ-92
Лак кремнийорганнческий К-47		Этилцеллозольв	30—40	110±5 и 155±5	2 8	—	Для покрытия лобовых частей статоров, пропитанных лаком

Продолжение

Наименование и марка	ГОСТ, ТУ	Растворитель для разведения	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4, с	Температура сушки, °С	Время сушки, ч	Основные характеристики	Применение
Эмали электроизоляционные ГФ-92:	ГОСТ 9151—75	Сольвент каменноугольный, ксилол, толуол, смесь ксилола с бензином в соотношении 1 : 2	Не менее 30 (по ВЗ-1)			—	Эмали холодной сушки применяются для покрытия изделий, которые не нагреваются в процессе эксплуатации и не работают в режиме быстрого вращения
ГФ-92-ХС (серая, холодной сушки)				20±2	24		
ГФ-92-ХК (красная, холодной сушки)				20±2	24		
ГФ-92-ГС (серая, горячей сушки)				110±5	3		

Рецептура: спецбитум марки Г ГОСТ 21822—76 50%; церезин с температурой каплепадения 67—75°С ГОСТ 2488—79 50%; трансформаторное масло ГОСТ 982—68 из расчета на 100% смеси спецбитума с церезином 4%.

Для приготовления компаунда битум загрузить в ванну и нагреть до температуры 160—180°С. После расплавления битума загрузить в ванну церезин и варить смесь в течение 1 ч, периодически перемешивая ее. Добавить трансформаторного масла и варку компаунда продолжать в течение 2 ч, после чего он готов к употреблению.

Приготовление битумно-озокеритового компаунда. Компаунд применяется для заливки трансформаторов, покрытия катушек индуктивности и катушек трансформаторов в целях улучшения изоляционных свойств и для защиты от увлажнения.

Рецептура: спецбитум марки В ГОСТ 21822—76 81%; озокерит ГОСТ 780—76 16%; олифа натуральная ГОСТ 7931—76 3%.

Отмерить компоненты в процентах по массе. Загрузить битум и озокерит в ванну, нагреть до температуры 100—110°С, залить олифу. Полученную смесь нагреть до температуры 160—170°С. При нагревании смесь перемешивать до получения однородной массы.

Приготовление кварц-компаунда. Кварц-компаундом заливают трансформаторы и дроссели с магнитопроводами из пластин размерами от Ш-20 и более, а также трансформаторы и дроссели, рассчитанные на превышение температуры нагрева над температурой воздуха свыше 30°С.

Кварц-компаунд применяется для предохранения обмоток от попадания в них влаги и для улучшения теплоотдачи.

Рецептура: битум БН-У нефтяной строительный ГОСТ 6617—76 40%; кварцевый песок ГОСТ 2138—74 60%.

Кварцевый песок просушить при температуре 150—160°С в течение двух суток. Битум небольшими кусками загрузить в бак и разогреть до температуры 180°С. При этой температуре битум выдержать до перехода в жидкое состояние. Массу тщательно размешивать и проверять температуру. Нагрев выше температуры 180°С не допускать.

В битум, доведенный до жидкого состояния, небольшими порциями засыпать кварцевый песок, все время тщательно перемешивая массу. Песок при загрузке должен иметь температуру 150—160°С. После засыпки песка смесь размешивать в течение 15—20 мин до получения однородной по вязкости массы.

Заливка кварц-компаундом. Трансформаторы и дроссели перед заливкой нагреть до температуры 90—100°С. Компаунд перед заливкой разогреть до температуры 160—170°С.

Трансформаторы и дроссели при заливке устанавливать с наклоном под углом 50—55° к горизонтальной плоскости.

Во избежание образования пустот трансформаторы (дроссели) при заливке периодически встряхивать.

После заливки трансформаторы и дроссели должны остывать при комнатной температуре не менее 5—7 ч.

18.3.2. Заливка компаундами

Заливку трансформаторов и дросселей компаундом производить в целях повышения влагостойкости, теплопроводности, электрической и механической прочности изоляции.

Перед заливкой трансформаторы вместе с кожухом просушить в сушильном шкафу в течение 2—3 ч при температуре 105—110°С.

Заливать компаунд в сушильном шкафу или в сухом отапливаемом помещении, чтобы предотвратить попадание в изделие влаги из окружающего воздуха.

Разогретый до температуры 180—200°С компаунд вливать ковшом в нагретые кожуха трансформаторов или дросселей.

Заливку вести быстро и осторожно, заливая компаунд с одного края заливочного отверстия, чтобы избежать образование воздушных пузырей.

Компаунд должен быть не долит до края на 5—20 мм в зависимости от габарита кожуха.

По окончании заливки удалить пузырьки воздуха, попавшие в компаунд, для чего встряхивать кожух трансформатора до момента начала загустевания компаунда.

Залитый трансформатор поместить в сушильный шкаф и выдержать в нем 1 ч при температуре 110—115°С.

В случае усадки долить компаунд (один или два раза), после чего трансформатор выдержать в сушильном шкафу 30 мин при температуре 110—115°С.

После сушки выключить обогрев и дать возможность трансформатору постепенно остыть в шкафу.

После охлаждения до температуры окружающей среды удалить потеки компаунда с наружных поверхностей кожуха, срезав их горячим ножом, и места потеков протереть тряпкой, смоченной керосином.

18.4. БАКЕЛИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ

Пропитка бакелитовым лаком деталей из гетинакса и текстолита производится для повышения их электрической прочности, влагостойкости, маслостойкости и придания более красивого внешнего вида.

Бакелизировать обязательно все детали из текстолита и гетинакса, подвергавшиеся механической обработке (сверлению, опиловке, токарной обработке), а также старые детали, имею-

щие заметные механические повреждения поверхностей лаковой пленки.

Для бакелизации необходимо иметь ванну, сушильный шкаф с подогревом до температуры 150°С, термометр и ареометр.

Возможны два режима бакелизации.

Первый режим — нормальная бакелизация, которой подвергаются клеммные панели, не находящиеся под высоким напряжением и стоящие в цепях низкой частоты.

Второй режим — бакелизация деталей, к которым предъявляются повышенные электрические и изоляционные требования (клеммные панели, находящиеся под высоким напряжением, каркасы контурных катушек и дросселей, стоящих в цепях высокой частоты).

18.4.1. Подготовка деталей к бакелизации и сушка

Детали очистить от пыли волосяной щеткой и тщательно протереть чистой тряпкой или марлей, слегка смоченной бензином Б-70 ГОСТ 1012—72, затем чистой сухой тряпкой. После этого поместить их на подвесках в сушильный шкаф. Температура в нем должна быть одинаковой во всех частях.

Для бакелизации по первому режиму общая продолжительность сушки составляет 3,5—5 ч, из них при температуре 50—60°С — 1 ч; 70—80°С — 1 ч; 80—100°С — 1 ч; 100°С — 0,5 ч для деталей толщиной 3—4 мм и 2 ч — для деталей толщиной более 4 мм.

При бакелизации по второму режиму сушить в таком же порядке, как и по первому режиму, за исключением сушки при температуре 100°С, которую производить в течение 42 ч.

По окончании сушки выключить обогрев шкафа, охладить детали до температуры 40—50°С и вынуть их из шкафа.

18.4.2. Пропитка бакелитовым лаком

Для бакелизации применяется 30—40% раствор бакелитового лака ГОСТ 901—78. Перед употреблением лак разбавить спиртом (гидролизным) до удельного веса 0,90—0,95 и подогреть до температуры 40°С.

Детали, охлажденные после сушки до температуры 40—50°С, погрузить на 1—2 мин в ванну с приготовленным лаком. Затем осторожно вынуть детали из лака, следя за тем, чтобы не было потеков, и встряхнуть их, удалив этим избыток лака. После пропитки детали сушить на воздухе не менее 2 ч.

Если на деталях имеются потеки бакелитового лака, необходимо промыть детали в спирте и вновь сушить по указанным выше режимам, после чего пропитать еще раз.

18.4.3. Доведение пленки бакелитового лака до стадии С

Пленка бакелитового лака в стадии С — это нерастворимая и неплавкая пленка, которая получается при сушке бакелизированных деталей по специальному режиму.

После сушки на воздухе детали поместить в сушильный шкаф для доведения пленки лака до стадии С.

Сушка бакелизированных деталей после пропитки ведется одинаково для первого и второго режимов при температуре: 50—60°С — 2 ч; 60—80°С — 2 ч; 80—100°С — 1 ч; 100—120°С — 2 ч.

Образование твердой пленки лака проверять после охлаждения тампоном из ваты, смоченным спиртом; на тампоне при соприкосновении с лакированной поверхностью не должна появляться желтая окраска, в противном случае продолжить сушку в шкафу при температуре 100—120°С. По окончании сушки выключить обогрев шкафа и постепенно охладить детали до температуры 50°С, после чего вынуть их из шкафа и продолжить охлаждение на воздухе.

Пленка бакелитового лака должна удовлетворять следующим требованиям:

равномерно покрывать всю поверхность детали;

не отслаиваться;

быть гладкой, без пузырей, трещин и посторонних включений;

не оставлять желтых следов на тампоне, смоченном спиртом.

19. РЕМОНТ КУЗОВОВ

19.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Указания по ремонту, приведенные в данном разделе, распространяются на следующие типы кузовов:

кузова унифицированные типов КУНГ, К131, КМ131;

кузова термоизолированные типов 9Т41, 9Т45, 9Ф25, 9Ф26 и др.;

кузова специального типа КРАС;

кабины радиотехнических станций.

За основные варианты при изложении материала взяты кузов КУНГ, его модификация и кузов термоизолированный.

Ремонт кузовов типа КРАС и кабин радиотехнических станций производится аналогично.

В подразд. 20.2 и 20.3 приведены указания по ремонту отопительной установки 0-30 и отопительно-вентиляционной установки ОВ-65 (и ее модификаций), как наиболее распространенные на изделиях.

При проверке кузовов и кабин наряду с указаниями частных руководств по ремонту руководствоваться также данными табл. 55.

Таблица 55

Перечень проверок кузовов и кабин в собранном виде

№ по пор.	Что проверяется	Технические требования
1	Наличие пробоин, трещин и вмятин на наружной обшивке	Пробоины и трещины на наружной обшивке кузовов и кабин не допускаются. Допускаются вмятины, не искажающие внешний вид и не сопровождающиеся образованием трещин вокруг вмятин
2	Наличие вмятин на основании каркаса кузова	Не допускаются
3	Крепление стремянок и переднего амортизационного узла	Ослабление крепления не допускается
4	Качка створок дверей кузовов и кабин в закрытом положении	В закрытом положении двери качка створок двери не допускается

Продолжение

№ по пор.	Что проверяется	Технические требования
5	Фиксация створок двери (правой или левой) защелкой в закрытом положении	Створка двери должна надежно удерживаться защелкой в закрытом положении
6	Фиксация створок двери в открытом положении	Створка двери должна надежно фиксироваться защелкой в открытом положении
7	Повреждение (разрыв, трещины и структурное разрушение) уплотнителей окон	Не допускается
8	Фиксация шторки окна	Шторка окна должна надежно удерживаться в нижнем опущенном положении. После снятия с фиксатора шторка должна убираться в кожух
9	Работа замков, запорных устройств люков и шпингалетов	Отремонтированные замки должны удовлетворять следующим требованиям: при многократном открывании и закрывании замка ключом не должно быть заеданий; при каждом обороте ключа должна быть надежная фиксация положения засова; при повороте ручки замка вниз защелка должна утапливаться; засов в выдвинутом положении не должен опускаться под действием нагрузки 10—15 кгс; положение засова при открытой двери должно быть заподлицо с поверхностью замочной скважины; выступание или утопание засова не должно превышать 0,5 мм
10	Легкость вращения ручек двери и фиксация их в горизонтальном положении	Вращение ручек двери при открывании и закрывании створок двери и при установке ручки в положение для транспортировки должно быть без рывков и заеданий. Ручка под действием пружины должна фиксироваться в горизонтальном положении
11	Состояние пола и линолеумного покрытия	Деформация настила пола не допускается. Порывы, трещины и расслоение линолеума пола не допускаются
12	Состояние внутренней обшивки кузовов и кабин	Пробоины, трещины, расслоения фанеры обшивки, сколы, ослабление крепления листов обшивки, нарушение лакокрасочных покрытий не допускаются
13	Состояние лестницы	Помятость и искривление лестницы не допускаются. Лестница должна надежно крепиться в походном и рабочем положениях

Продолжение

№ по пор.	Что проверяется	Технические требования
14	Работа откидного порожка	Откидной порожек должен надежно крепиться в поднятом положении. Повреждение резиновых уплотнений не допускается
15	Работа основного, аварийного и светомаскировочного освещения	При закрытых створках двери и включенном выключателе ОСВЕЩЕНИЕ должны гореть все лампы основного освещения. При отключении основного источника тока должны автоматически включаться лампы аварийного освещения. При открывании створки двери на расстояние 25—30 мм основное освещение должно гаснуть, а светомаскировочное загораться. При закрывании двери должно произойти переключение освещения на основное. При открытом положении двери должно гореть светомаскировочное освещение
16	Работа габаритных светильников	При включении выключателя ГАБАРИТНЫЕ ОГНИ должны гореть габаритные светильники
17	Работа системы светосигнализации	При включении тумблеров на пульте светосигнализации в кабине водителя должны загораться соответствующие светильники на кузове (кабине) и лампочки на пульте
18	Работа системы пожаросигнализации	При нажатии на контактный винт термоизвещателя изолированной рукояткой отвертки (необходимо прогнуть мембрану внутрь до упора контактного винта в торец контактной вилки) должен подаваться звуковой сигнал и должна загораться сигнальная лампочка. Звуковой и световой сигналы должны быть прерывистыми
19	Работа датчиков ДТКМ-38 и ДТКБ-50	Датчики должны обеспечивать поддержание заданной температуры в кузове
20	Работа электрических грелок в ручном и автоматизированном режимах	При установке переключателя в положение АВТ. или РУЧН. грелки должны нагреваться. В автоматическом режиме грелки должны включаться и выключаться в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации

Продолжение

№ по пор.	Что проверяется	Технические требования
21	Работа поворотного кронштейна запасного колеса и крепление колеса к кронштейну	Кронштейн должен легко, усилием одного человека откидываться из походного положения в рабочее и четко фиксироваться в указанных положениях. Работу поворотного кронштейна проверять без колеса

19.2. РЕМОНТ НАРУЖНОЙ ОБШИВКИ

Поврежденную обшивку из фанеры (в том числе бакелизированной) ремонтировать следующим образом:

а) При размере повреждения обшивки между стойками каркаса более 100×100 мм:

разметить заменяемый участок по осям стоек каркаса;

вырезать по разметке поврежденный участок фанеры с помощью ножовки, стамески или сверла; вырезку производить по осям стоек, не повреждая их;

вырезать накладку из фанеры по размерам поврежденного участка и подогнать ее по месту;

зачистить кромки фанеры от заусенцев и обезжирить их бензином или растворителем;

заготовить металлическую полоску шириной 30—40 мм, толщиной 1—1,5 мм, подогнать ее к участку и просверлить в ней отверстия с шагом 40—50 мм под шурупы 4×40 мм;

загрунтовать кромки и места прилегания фанеры грунтовкой ГФ-021 ТУ 6-10-1642—77 с последующим креплением металлической полоской и шурупами;

зачистить потеки грунта;

загрунтовать заделанный участок грунтовкой ГФ-021 и выдержать не менее 6 ч;

покрыть участок в два слоя эмалью ХВ-518 ТУ-6-10-996—70 с выдержкой между каждым покрытием не менее 6 ч.

б) При размере повреждения обшивки менее 100×100 мм:

заготовить металлическую заплату толщиной 1—1,5 мм, подогнав ее по поврежденному месту так, чтобы она покрывала кромки отверстия на 20—30 мм;

поставить заплату на грунте и закрепить ее шурупами диаметром 3,5—4 мм к брускам;

загрунтовать отремонтированный участок грунтовкой ГФ-020 и окрасить краской ХВ-518 в два слоя.

Поврежденную обшивку из металлических листов ремонтировать следующим образом:

а) При пробоинах с размерами 100×100 мм обшивку ремонтировать постановкой вставок, изготовленных из того же

материала, что и наружная обшивка кузовов и кабин: листовой материал Д16АТ-1 ГОСТ 21631—76 или лист $\frac{0,8\ \text{ГОСТ}\ 19903-74}{\text{ШН}\ 120\ \text{ГОСТ}\ 16523-70}$.

Края пробоины обработать таким образом, чтобы получить правильную форму. Изготовить разрезную подкладку по размерам пробоины с перекрытием краев на 15—20 мм. В разрезной подкладке совместно с обшивкой просверлить отверстия ∅5,2 мм под заклепки (допускается применение заклепок других диаметров) с шагом 30—50 мм. Установить разрезную подкладку с внутренней стороны обшивки, приклепать ее к обшивке кузовов и кабин взрывными заклепками (допускается применение обычных заклепок).

Необходимо иметь в виду, что при работе со взрывными заклепками **запрещается:**

хранить на рабочем месте более 5000 заклепок;

производить снятие защитного лака и разрядку заклепок;

подносить заклепки к огню или горячим предметам;

подвергать заклепки сильным ударам.

Изготовить накладку по размеру пробоины из указанного материала и приклеить ее к разрезной подкладке клеем на основе эпоксидных смол. Швы зашпаклевать.

б) При пробоинах с размерами менее 100×100 мм ремонт обшивки производить постановкой накладок, перекрывающих пробоину на 15—20 мм. Накладку клеить клеем на основе эпоксидных смол непосредственно к обшивке кузова или кабины.

При наличии трещин ставить накладки на основе эпоксидных смол с перекрытием краев трещин на 15—20 мм. Перед постановкой накладки края трещин засверлить. Пробоины с размерами более 100×100 мм ремонтировать постановкой накладок на заклепках. Между накладкой и обшивкой проложить миткалевую ленту (Арт. 1102 ГОСТ 9858—75), пропитанную грунтовкой ФЛ-0,3ж ГОСТ 9109—76. Накладка должна перекрывать края пробоины на 15—20 мм. Сверление отверстий под заклепки производить такого диаметра, чтобы обеспечивать постановку заклепок с натягом 0,01—0,02 мм.

Постановку накладок разрешается производить и с помощью самонарезающих винтов. Самонарезающие винты должны располагаться по периметру накладки с шагом 50 мм.

Для восстановления обшивки при пробоинах диаметром до 25 мм и глубоких вмятин площадью до 400 см^2 можно применять магнезиальную замазку.

Для этого необходимо:

очистить с помощью смывки АФТ-1 поверхность вмятин и кромки пробоин;

обдуть сжатым воздухом и обезжирить тампоном, смоченным в уайт-спирите, очищенную поверхность и просушить при комнатной температуре в течение 10—15 мин;

загрунтовать поверхность и кромки пробоин грунтовкой ГФ-020 с помощью пульверизатора;

нанести магнезиальную замазку с помощью шпателя до получения приблизительно ровной поверхности (магнезиальную замазку можно наносить как на сухой, так и на невысохший грунт);

выдержать восстановленные места при комнатной температуре в течение 38—48 ч;

шлифовать зашпатлеванные места и грунтовать грунтом ГФ-020;

выдержать до полного высыхания.

Магнезиальная замазка приготовляется следующим образом:

взвесить компонент замазки в следующих соотношениях:

лак ПФ-170 ГОСТ 15907—70 с вязкостью 50 по вискозиметру ВЗ-4—1,25 весовой части;

25—30% раствор хлористого магния — 1 весовая часть;

порошок из магнезита ($MgCO_3$) — 2 весовые части;

асбест № 7 (порошок) — 1 весовая часть;

ввести хлористый магний в лак небольшими порциями, постоянно размешивая деревянной палочкой до получения однородной массы. В полученную эмульсию засыпать порошок магнезита и хорошо перемешать, после чего добавить асбест № 7 малыми порциями и полученную массу перемешать до однородного состава.

При невозможности отремонтировать пробоину способами, указанными выше, произвести замену всего листа обшивки.

Для замены листа наружной обшивки кузова или кабины необходимо снимать в этом месте часть внутренней обшивки и термоизоляцию. Крепление нового листа производить заклепками или самонарезающими винтами. Между листом и каркасом кузова в местах стыка проложить миткалевую ленту. Поврежденную термоизоляцию кузова или кабины заменить. В качестве термоизоляции применять пенопласт или пергамин.

На наружной обшивке допускаются вмятины, не обезображивающие внешний вид изделий и не сопровождающиеся образованием трещин вокруг вмятины. В отдельных местах наружной обшивки допускаются вздутия со стрелой прогиба не более 6 мм в количестве 6—7 шт. на каждой стенке и крышке. Отремонтированное место покрыть грунтовкой ГФ-020 и окрасить защитной эмалью ХВ-518.

19.3. РЕМОНТ ОСНОВАНИЙ КАРКАСОВ

19.3.1. Вмятины и трещины на основании каркаса

Трещины на основании каркаса кузова заварить электродом Э42 или Э42А ГОСТ 9467—75. Сварные швы после сварки зачистить.

Вмятины на основании каркаса кузова выправить без нагрева.

19.3.2. Трещины и надлом на брусьях оснований

Осмотреть продольные и поперечные брусья основания кузова. Поперечные надломы, трещины, идущие вдоль волокна на глубину более $^1/_3$ ширины или толщины бруса, а также трещины, идущие вдоль волокна длиной более $^1/_{10}$ длины бруса, не допускаются. При обнаружении надломов и трещин заменить брус. Если имеются трещины, идущие вдоль волокна, длиной менее $^1/_{10}$ длины бруса, а также сколы, то брус ремонтировать в следующем порядке:

разделать место трещины (скола) до получения прямоугольного выреза;

изготовить вставку по размеру выреза;

зачистить поверхность шкуркой и приклеить вставку к детали казеиновым клеем;

дополнительно привинтить вставку шурупами к детали;

зачистить вставку заподлицо.

19.4. НАРУШЕНИЕ АМОРТИЗАЦИИ ПЕРЕДНЕЙ ЧАСТИ КУЗОВОВ (ПРИ НАЛИЧИИ АМОРТИЗАТОРОВ)

Причины неисправности:

а) Излом пружины.

Заменить пружину.

б) Разрушение резиновых прокладок.

Заменить прокладки.

При наличии ослабления крепления стремянок подтянуть их. Установить кузов (или кабину) на шасси (ход). Снятие и постановку производить в соответствии с указаниями технического описания и инструкции по эксплуатации изделия.

19.5. РЕМОНТ СТВОРОК ДВЕРЕЙ И ОКОН

19.5.1. Качка створки двери в закрытом положении

В закрытом положении створок двери кузова и кабин качка их не допускается.

Причины неисправности:

а) Створка двери не устанавливается опорной частью на поверхность клина.

Проверить прилегание опорной поверхности к клину по краске. Неприлегание не допускается. Если опора не прилегает к клину, то с помощью винта отрегулировать прилегание опоры к клину.

б) Повреждение (разрывы, трещины или структурное разрушение) уплотнителей.

Заменить поврежденные уплотнители. Новые уплотнители допускается составлять из нескольких частей с длиной каждой части не менее 300 мм. Допускается производить замену толь-

ко поврежденного участка уплотнителя постановкой отрезков длиной не менее 200 мм.

Уплотнители наклеивать к каркасам и склеивать между собой клеем 88Н ТУ 38-1051071—76. При этом проверить, нет ли зазоров между уплотняющей резиной и проемом двери. Зазоры не допускаются. Для устранения зазоров допускается производить подгибку кромок наружной обшивки, не нарушая внешнего вида кузова или кабины.

в) Износ стопорных защелок.

Восстановить изношенную концевую часть защелки наплавкой электродом Э42А ГОСТ 9467—75 и обработать.

19.5.2. Створка двери (правая и левая) не удерживается защелками в закрытом положении

Причины неисправности:

а) Излом или осадка пружины.

Заменить пружину.

б) Износ концевой части защелки.

Восстановить концевую часть защелки наплавкой электродом Э42А ГОСТ 9467—75 и обработать.

19.5.3. Створки двери туго открываются и закрываются

Проверить легкость открывания и закрывания створок дверей кузова или кабины. Створки двери должны свободно и легко открываться и закрываться.

Причины неисправности:

а) Изгиб петли навески или накидной петли.

Снять створку двери и выправить погнутые петли без нагрева. Шурупы петель ставить на герметик У-30М ГОСТ 13489—79.

б) Провисание и перекос створки двери вследствие износа шайб (если они предусмотрены конструкцией).

Открыть створку двери и проверить качку двери относительно кузова. При наличии качки, вызывающей провисание, перекос, тугое закрывание двери, а также неравномерное прилегание двери к кузову, заменить шайбы, изготовленные по месту так, чтобы зазор между шайбой и скобой был не более 0,2 мм.

19.5.4. Створки двери не фиксируются в открытом положении

Причины неисправности:

а) Излом пружины.

Заменить пружину.

б) Износ стопорного зуба защелки.

Восстановить зуб защелки наплавкой электродом Э42А ГОСТ 9467—75 и обработать.

19.5.5. Повреждение (разрыв, трещины и структурное разрушение) уплотнителей окна

См. ремонт створок дверей.

19.5.6. После снятия с фиксатора шторка не убирается в кожух окна

Причины неисправности:

Излом или осадка пружины.

Заменить пружину.

19.6. РЕМОНТ ЗАМКОВ И РУЧЕК

19.6.1. Перекосы и заедания засова и защелки

Причины неисправности:

а) Износ направляющего паза и направляющих засова и защелки, выпадание направляющей засова.

Наплавить изношенные места детали и обработать под требуемый размер; изготовить новую направляющую засова.

б) Изгиб и забоины на засове и защелке.

См. подразд. 6.1.

19.6.2. Засов замка не запирает дверь, нет фиксации положений засова

Причины неисправности:

а) Износ профилированной поверхности засова и ключа.

Восстановить изношенные места засова и ключа наплавкой электродом Э42А ГОСТ 9467—75 и обработать по месту.

б) Осадка или поломка пружин фиксаторов.

Заменить поврежденные детали.

19.6.3. При нажатии на ручку защелка не выходит из своего гнезда

Причина неисправности:

Износ квадратной поверхности наружной ручки и рычага.

См. подразд. 7.5.

19.6.4. Защелка не возвращается в гнездо или входит в гнездо не полностью

Нажать на ручку и отпустить. Под действием пружины ручка должна энергично возвратиться в первоначальное положение.

Причина неисправности:

Излом или осадка пружины.

Заменить пружину.

19.6.5. Срыв резьбы в стенках корпуса

Прогнать резьбу в стенках корпуса метчиком или просверлить отверстие в другом месте и нарезать резьбу.

19.6.6. Перекосы и заедания засова замка двери люков

Причины неисправности:

а) Ослаблено заклепочное соединение пластины с засовом и угольника с корпусом.

Переклепать заклепочное соединение.

б) Износ отверстий под стержень в пластине и угольнике.

Заменить пластину и угольник новыми.

в) Забоины и задиры на засове.

См. подразд. 6.1.

19.6.7. Засов замка не запирает дверь люка

Причины неисправности:

а) Сорван расклепанный конец стержня.

Раззенковать отверстие в пластине и расклепать конец стержня; поставить новый конец стержня на сварке или резьбе и расклепать его.

б) Износ в сопряжении ключа с пластиной.

Заменить пластину.

в) Срыв резьбы в стойках корпуса.

Заменить стойки.

19.6.8. Ручка шпингалетов не фиксируется в заданном положении

Причины неисправности:

а) Поломка штифта и пружины.

Заменить штифт и пружину.

б) Люфт ручки или штифта в корпусе вследствие износа их в сопряжении с корпусом.

Восстановить измененные участки ручки, корпуса (подразд. 7.5) или заменить штифт.

19.6.9. Тугой ход ручки двери

Поворот ручки двери при открывании и закрывании створок двери и при установке ручки в положение для транспортирования должен быть без рывков и заеданий.

Причина неисправности:

Задиры и забоины на сопрягаемых поверхностях защелки и запора.

См. подразд. 6.1.

19.6.10. Шаткость ручки двери

Причины неисправности:

а) Излом или осадка пружины.

Заменить пружину.

б) Износ квадратной части поверхности ручки и корпуса.

См. подразд. 7.5.

19.6.11. Ручка двери фиксируется в закрытом положении

Нажать на ручку и отпустить. Под действием пружины ручка должна возвратиться в первоначальное положение. Поворачивая ручку двери вверх и вниз, проверить стопорение ее винтом.

Причины неисправности:

а) Излом или осадка пружины.

Заменить пружину.

б) Излом винта.

Заменить винт.

19.7. РЕМОНТ ПОЛА

19.7.1. Деформация пола

Проверить состояние настила пола.

Деформация настила пола не допускается.

Подтянуть крепление досок настила шурупами. Если же после этого нельзя устранить ступенчатость между досками, допускается застрожка выступающих участков с последующим шпатлеванием шпатлевкой ПФ-00-2 ГОСТ 10277—76 и грунтовкой грунтом ГФ-021 ТУ 6-10-1642—77. Приклеить линолеум к полу.

19.7.2. Порывы, трещины и расслоение линолеума пола

При наличии порывов заменить негодные участки линолеума. Раскрой новых листов линолеума производить при температуре не ниже 10°С. После раскроя линолеума по месту оставить его в разложенном положении на ровной горизонтальной площадке и дать выдержку перед приклейкой не менее суток. Линолеум клеить к полу казеиновым клеем ГОСТ 3056—74. Перед приклеиванием линолеума проверить состояние настила пола. Не допускается выступание над поверхностью досок пола потайных головок болтов, головок винтов, гвоздей.

При наличии ступенчатости между досками настила в местах замены линолеума для выравнивания пола допускается застрожка отдельных мест с последующей шпатлевкой грунтовкой ГФ-021 ТУ 6-10-1642—77. При наличии зазоров между досками заделку зазоров производить рейками на казеиновом клею ОБ ГОСТ 3056—74. Приклеенную вставку и основной участок линолеума вокруг вставки прибить к полу гвоздями длиной 12—15 мм с шагом 30 мм. При незначительных расслоениях линолеума и несквозных трещинах восстановить поврежденные участки эпоксидной смолой.

19.8. РАССЛОЕНИЯ, ГОФРЫ И НАРУШЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ВНУТРЕННЕЙ ОБШИВКИ КУЗОВОВ И КАБИН

Негодные листы внутренней обшивки заменить. Для замены листов внутренней обшивки применять соответствующий сорт и толщину фанеры.

Допускается применять склеенные листы фанеры. Склеивание производить только по длине или ширине листа.

При склеивании листов фанеры встык кромки склеиваемых листов зачищать на ус длиной не менее 45 мм. Склеивание листов фанеры производить казеиновым клеем ОБ ГОСТ 3056—74.

При постановке листов фанеры зазор в стыках не должен превышать 4 мм. Сдвиг кромок устанавливаемого листа обшивки по отношению к старому допускается до 2 мм. Заменяемые листы фанеры крепить к профилям (брускам) самонарезающими винтами ГОСТ 10621—63 или шурупами через пластины или шайбы. Провалы винтов или шурупов в фанере не допускаются. При постановке винтов (шурупов) по месту старой резьбы применять винты (шурупы) с ближайшим по ГОСТ большим размером.

Заменить лист внутренней обшивки, предварительно покрыв коричневой грунтовкой ГФ-021 ТУ 6-10-1642—77, а затем окрасить краской (по цвету краски внутренней обшивки). Бакелизированная фанера окраске не подлежит.

19.9. РЕМОНТ ЛЕСТНИЦ И ОТКИДНЫХ ПОРОЖКОВ

19.9.1. Лестница не удерживается защелкой в походном положении

Причина неисправности:
Излом или осадка пружины замков.
Заменить пружину.

19.9.2. Лестница не удерживается в рабочем положении на основании кузовов (кабин)

Причина неисправности:
Излом упоров.
Заменить упоры изготовленными вновь (по образцу) и приварить их по месту электродом Э42А ГОСТ 9467—75.

19.9.3. Самопроизвольное открывание откидного порожка

Причины неисправности:
а) Излом защелки.
Заменить защелку.
б) Излом или осадка пружины.
Заменить негодную пружину.

19.9.4. Повреждение (трещины, разрывы и структурное разрушение) резиновых уплотнителей откидного порожка

Заменить негодные уплотнители.

19.10. РЕМОНТ ОСВЕЩЕНИЯ, СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ, ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ И ГРЕЛОК

19.10.1. Не работают светильники общего освещения при закрытых створках двери

Установить на главном щите все выключатели и автомат защиты сети (АЗС) в положение ВЫКЛ., а переключатели — в нейтральное положение.

Подсоединить кабель ввода источника тока к штепсельной вилке и подать напряжение на главный щит. На главном щите включить АЗС и тумблер ПЛАФОНЫ.

Закрыть заднюю дверь и проверить, горят ли лампы основного освещения. Отключить кабель ввода источника тока от штепсельной вилки, при этом автоматически должны включаться лампы аварийного освещения.

Причины неисправности:
а) Перегорели предохранители.

Заменить предохранители.

б) Перегорели лампы основного освещения или лампы аварийного освещения.

Заменить перегоревшие лампы.

в) Неисправна (обрыв) электропроводка ламп основного или аварийного освещения.

Устранить обрыв в электропроводке.

г) Неисправна штепсельная вилка.

Заменить штепсельную вилку.

д) Неисправен понижающий трансформатор.

Заменить неисправный трансформатор.

е) Неисправны концевые переключатели и автомат защиты сети.

Заменить неисправные переключатели и АЗС.

19.10.2. При открывании и закрывании створок двери не обеспечивается переключение светомаскировочного освещения на основное и наоборот

Установить створку двери на расстояние 25—30 мм от закрытого положения и проверить, переключается ли при открывании двери основное освещение на светомаскировочное, а при закрывании двери — светомаскировочное на основное.

Проверку переключения производить пятикратным открыванием и закрыванием створок двери.

Причины неисправности:

а) Не отрегулирован дверной переключатель.

Отрегулировать дверной переключатель так, чтобы при открывании дверей на расстояние 25—30 мм отключалось основное и аварийное освещение и включалось светомаскировочное, а при закрывании дверей — наоборот.

б) Неисправен дверной переключатель.

Заменить переключатель.

19.10.3. Не работают габаритные светильники

На щитке приборов включить тумблер ГАБАРИТНЫЕ ОГНИ.

Должны загораться габаритные светильники соответствующего цвета, расположенные на наружной обшивке.

Причины неисправности:

а) Разряжен аккумулятор автомобиля (тягача).

Подзарядить аккумулятор.

б) Неисправна (обрыв) электропроводка ламп габаритных светильников.

Проверить целость цепей ампервольтомметром и устранить обрыв в электропроводке.

в) Перегорели лампы габаритных светильников.

Заменить лампы.

г) Неисправен тумблер ГАБАРИТНЫЕ ОГНИ.

Заменить неисправный тумблер.

19.10.4. Не работают светильники светосигнализации

На панели светосигнализации включить выключатели, при этом на панели должны загореться сигнальные лампы соответствующего цвета.

Одновременно должны загореться лампы в светильниках, расположенных на задней стенке кузова (кабины).

Причины неисправности:

а) Неисправен АЗС.

Заменить АЗС.

б) Неисправна (обрыв) электропроводка ламп светильников светосигнализации.

Устранить обрыв в электропроводке.

в) Разряжен аккумулятор.

Подзарядить аккумулятор.

г) Перегорели лампы светильников светосигнализации и лампы сигнальных фонарей на панели сигнализации.

Заменить лампы.

д) Неисправны выключатели на панели светосигнализации.

Заменить неисправные выключатели.

19.10.5. Система пожаросигнализации не срабатывает при замыкании цепи термоизвещателя

При нажатии изолированной рукояткой отвертки на мембрану термоизвещателя в кабине водителя должна мигать сигнальная лампочка и прерывисто гудеть сигнал автомобиля.

Причины неисправности:

а) Неисправен АЗС.

Заменить АЗС.

б) Неисправен термоизвещатель.

Отстыковать штепсельный разъем от термоизвещателя, к контактам штепсельного разъема термоизвещателя подключить тестер Ц4313 и нажать на мембрану термоизвещателя. Тестер должен показывать короткозамкнутую цепь. Если контакты термоизвещателей не замыкаются, заменить термоизвещатель.

в) Неисправно реле или конденсатор щита пожаросигнализации.

При исправных АЗС и термоизвещателе методом последовательной замены конденсатора и реле определить неисправный элемент и заменить его.

19.10.6. Не работают датчики ДТКМ-38 и ДТКБ-50

Включить в работу отопительно-вентиляционную установку (или отопительную установку О30) или электрические грелки и перевести их работу на автоматический режим, если это предусмотрено инструкцией.

Установить по шкале датчиков ДТКМ-38 (ДТКБ-50) любую температуру в заданном диапазоне. При достижении заданной температуры с соответствующей точностью в кузове (кабине) контакты датчиков должны разомкнуться и отключить ОВ-65 (О30) или электрические грелки.

При снижении температуры ниже заданной контакты датчиков должны разомкнуться и включить отопительную установку или электрические грелки.

Причина неисправности.

Неисправен датчик ДТКМ-38 (ДТКБ-50).

Заменить неисправный датчик ДТКМ-38 (ДТКБ-50).

19.10.7. Электрические грелки не работают при положениях переключателя РУЧН. или АВТ.

Установить на щите переключатель в положение РУЧН. и проверить работу грелок в ручном режиме.

Перевести переключатель в положение АВТ. (если это предусмотрено конструкцией), установить по шкале датчиков любую температуру и проверить работу грелок в автоматическом режиме. Электрические грелки должны обеспечивать поддержание температуры в заданном диапазоне.

Причины неисправности:

а) Неисправна (обрыв) электропроводка цепи питания грелок.

Проверить целость цепи питания грелок ампервольтомметром. Устранить обрыв поврежденной электропроводки.

б) Неисправен переключатель.

Заменить неисправный переключатель.

в) Перегорели спирали нагревательных элементов.

Заменить неисправные нагревательные элементы.

19.11. РЕМОНТ КРЕПЛЕНИЯ ЗАПАСНОГО КОЛЕСА

19.11.1. Запасное колесо не закрепляется кронштейном крепления на поворотном кронштейне

Причины неисправности:

а) Изгиб трубы кронштейна.

Выправить трубу кронштейна без нагрева.

б) Срыв резьбы шпильки кронштейна.

Удалить сварной шов, соединяющий шпильку с пластиной, и вынуть шпильку с сорванной резьбой. Заменить шпильку.

19.11.2. Провисание поворотного кронштейна

Вращение поворотного кронштейна без запасного колеса должно быть легким (от усилия рук одного человека), без заеданий.

Причины неисправности:

а) Провисание поворотного кронштейна на оси.

Снять запасное колесо с держателя и отсоединить держатель и кронштейн. Устанавливая поворотный кронштейн в положение крепления запасного колеса по-походному, проверить легкость вхождения клина правого кронштейна в клиновой паз основания кузова.

При наличии смещения вниз клина кронштейна относительно клинового паза основания кузова заменить шайбу.

б) Износ втулок в сопряжении с осью.

Снять поворотный кронштейн, измерить диаметры отверстий втулок и диаметры шеек оси.

Разность диаметров в каждом сопряжении должна быть не более 0,3 мм. При разности диаметров более 0,3 мм заменить втулки.

19.11.3. Поворотный кронштейн не фиксируется в отведенном на 180° положении

Отвести поворотный кронштейн в сторону на 180°. В этом положении поворотный кронштейн должен зафиксироваться фиксатором.

Причины неисправности:

а) Излом или растяжение пружины.

Заменить пружину.

б) Износ рабочей поверхности фиксатора.

Восстановить изношенный конец фиксатора наплавкой и обработать.

19.11.4. Поворотный кронштейн не закрепляется в походном положении

Причина неисправности:

Износ или срыв резьбы откидного болта и гайки.

Отрезать ножовкой поврежденную резьбовую часть откидного болта.

Изготовить и приварить новый хвостовик. Изготовить новую гайку.

19.12. ИСПЫТАНИЕ КУЗОВОВ ПОСЛЕ РЕМОНТА

Отремонтированные кузова и кабины испытать:

на светонепроницаемость штор — путем помещения лампы мощностью 100 Вт внутрь кузова на уровне окна и на расстоянии 1 м от него, при этом штора не должна просвечиваться;

на надежность работы замков, дверей и окон — путем пятикратного открывания и закрывания их;

пробегом на расстояние 5 км, если производился ремонт оснований каркасов кузовов и кабин, а также ремонт переднего амортизационного узла с одновременным устранением ослабления затяжки гаек стремянок.

Если ремонт указанных узлов не производился, испытание пробегом не производить.

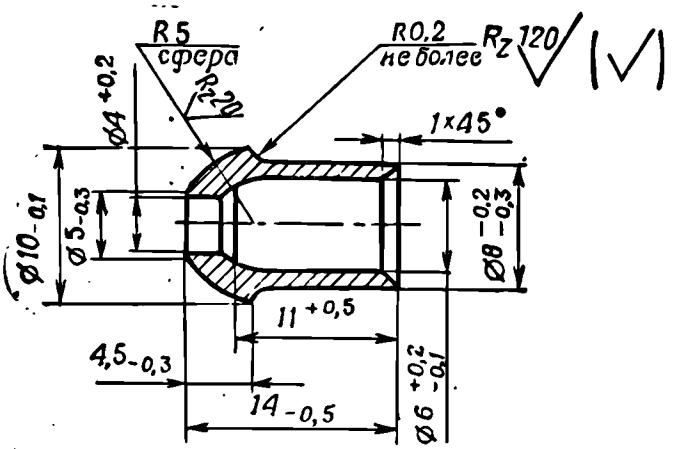
20. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОТОПИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

20.1. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОТОПИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ О30

20.1.1. Негерметичность отопительной установки

Запустить отопительную установку и по истечении 10 мин работы проверить, нет ли течи бензина в соединениях:

бензоагрегата с топливопроводами;



Материал: латунь ЛС59-1 ГОСТ 15527-70.
Острые ребра притупить

Рис. 231. Шаровая муфта О30-3136

топливного бачка с топливопроводом;

регулятора подачи бензина с топливопроводом;

в топливопроводах и топливном бачке;

в местах уплотнений бензоагрегата и регулятора подачи бензина.

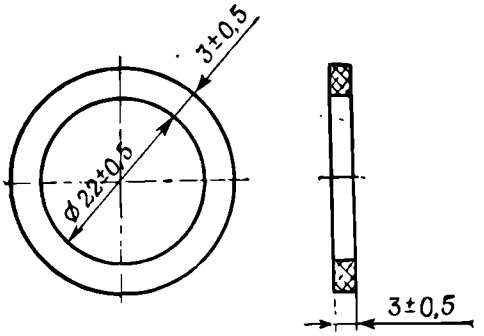
Течь бензина не допускается.

Допускается подтекание топлива из дренажной трубки теплообменника в момент запуска отопительной установки.

Причины неисправности:

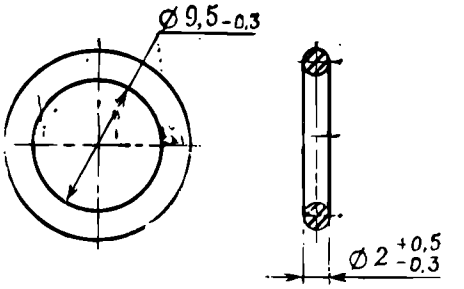
а) Ослабление крепления накидных гаек.

Подтянуть накидные гайки топливопроводов. Если после подтягивания накидных гаек течь бензина в соединениях не устраняется, заменить шаровую муфту (рис. 231). Зачистить конец трубки, надеть на трубку шаровую муфту и припаять ее припоем ПОССу 40-0,5 ГОСТ 21930—76.



Материал: резина маслобензостойкая гр VБ, ТУ 233-54р.

Рис. 232. Прокладка О15-3186

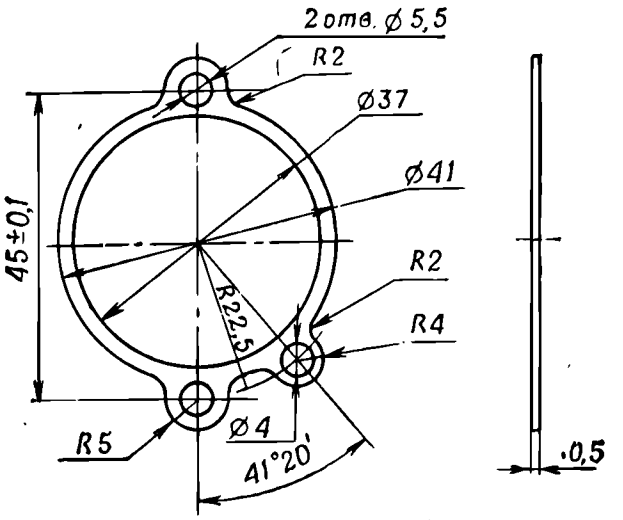


Материал: резина гр. XII-6 МРТУ 38-5-204-65

Рис. 233. Уплотнитель 51-1106100Б

б) Трещины и разрывы топливопроводов. См. подразд. 10.7.

в) Трещины в сварных швах и на корпусе топливного бачка.



Материал: картон прокладочный марки А, толщ. 0,5±0,05 ГОСТ 9347-74

Рис. 234. Прокладка О30-3122Б

Трещины в сварных швах и на корпусе топливного бачка не допускаются.

При наличии трещин на стенках топливного бачка подготовить поврежденное место под заварку и заварить их согласно Инструкции (приложение 10).

г) Повреждение уплотнительных деталей бензоагрегата и регулятора подачи бензина.

При наличии течи в бензоотстойнике снять его, разобрать и заменить негодную прокладку изготовленной вновь (рис. 232).

После замены прокладки проверить бензоотстойник на герметичность воздухом давлением 1 кгс/см^2.

Места проверки герметичности перед испытанием смочить мыльным раствором. Появление пузырьков воздуха не допускается.

При наличии течи в соединениях регулятора подачи бензина снять регулятор с машины, разобрать его, заменить негодные уплотнители (рис. 233) и прокладку (рис. 234).

20.1.2. Не запускается отопительная установка

Проверить запуск отопительной установки от ручного управления, для чего:

включить выключатель ДВИГАТЕЛЬ на щите управления в кабине водителя;

через 1—1,5 мин включить одновременно выключатели НАКАЛ СВЕЧИ и НАСОС, при этом должна загореться зеленая лампа ГОРЕНИЕ;

выключить выключатель НАКАЛ СВЕЧИ.

Причины неисправности:

а) Обрыв цепи электрооборудования отопительной установки.

Проверить прибором Ц4312 по схеме (рис. 235) исправность электроцепей отопительной установки. Обрыв проводов электроцепей не допускается. Устранить обрыв проводов.

б) Мало напряжение аккумуляторной батареи.

Проверить напряжение на клеммах электродвигателя отопительной установки, электроклапана, электробензонасоса и на свече накаливания. Напряжение должно быть:

на электродвигателе, электроклапане, электробензонасосе — не менее 11 В;

на свече накаливания — не менее 4 В.

Напряжение на электродвигателе проверяется на клеммной колодке.

Напряжение на свече накаливания проверяется во время запуска отопительной установки между контактом свечи и массой отопительной установки О30.

Если напряжение на электродвигателе и свече накаливания не находится в указанных выше пределах, необходимо подзарядить аккумуляторную батарею изделия.

в) Не открывается электромагнитный клапан регулятора подачи бензина.

Проверить исправность электросоединений электромагнитного клапана.

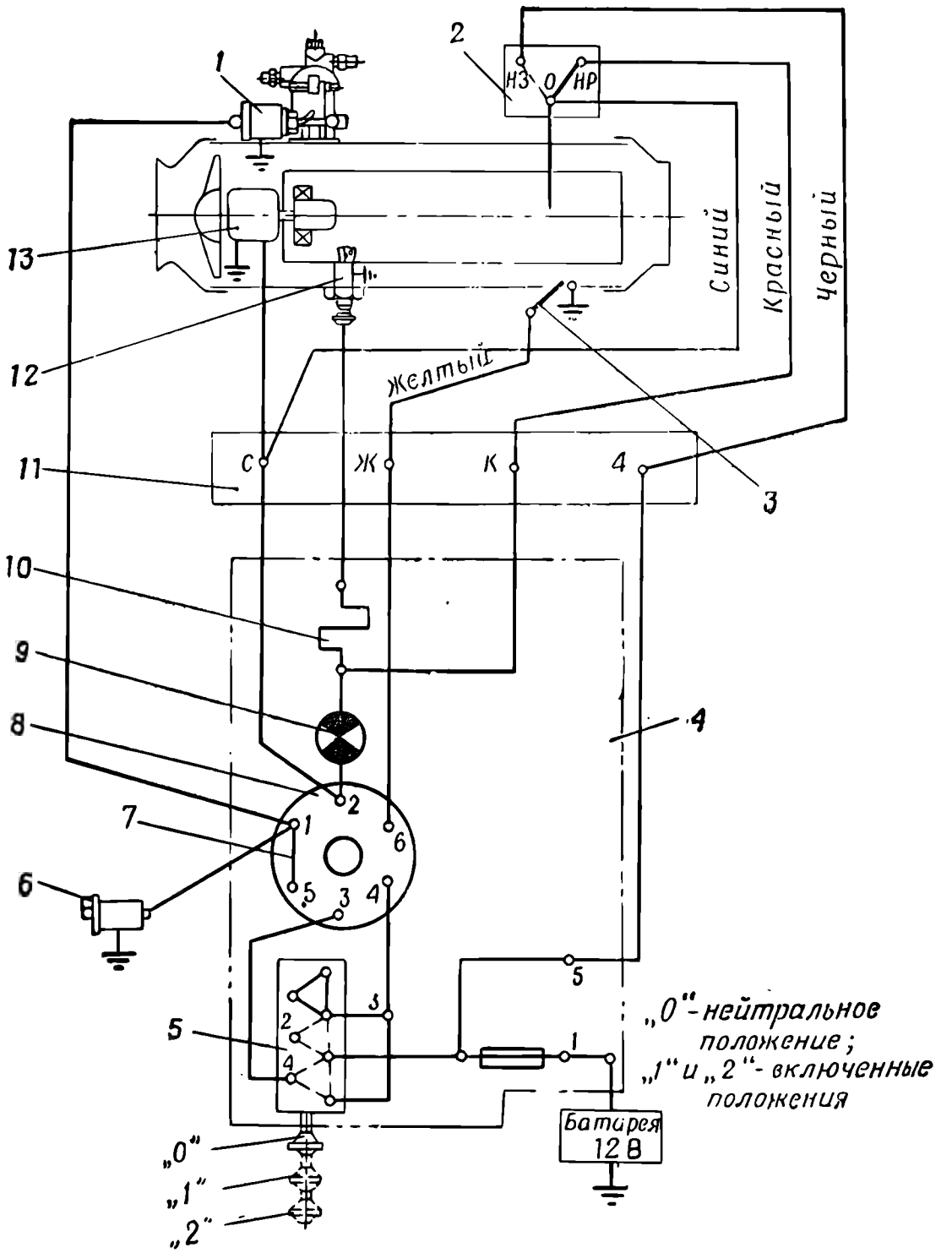


Рис. 235. Схема электрооборудования отопительной установки О30:

1 — катушка электромагнитного клапана О30-3170-Г; *2* — температурный переключатель 015-2500; *3* — датчик перегрева О30-1710; *4* — щиток управления; *5* — переключатель П300-ОВ65-2100; *6* — электромагнитный бензонасос О15-3010; *7* — перемычка; *8* — реле отключения ОВ-65-2200; *9* — контрольная лампа ОВ-65-2600; *10* — контрольная спираль ОВ-65-2000; *11* — четырехклеммная панель О30-1900-Б; *12* — свеча накаливания О15-1500; *13* — электродвигатель МЭ201-030-0212

Если электромагнитный клапан не открывается при исправных электросоединениях и напряжении питания не менее 11 В, разобрать клапан, очистить детали клапана от пыли и грязи. Зачистить задиры, забоины на сопрягаемых поверхностях сердечника клапана и направляющей втулки так, чтобы сердечник перемещался в направляющей втулке без заеданий.

г) Загрязнены фильтры бензонасоса бензоотстойника и регулятора подачи бензина.

Снять фильтры, очистить их от грязи. При наличии разрывов сетки фильтра заменить ее. Новую сетку фильтра бензонасоса изготовить по образцу из латунной сетки № 018 ГОСТ 6613—73 и припаять ее к корпусу фильтра припоем ПОССу40-0,5 ГОСТ 21930—76.

Сетку фильтра регулятора подачи бензина изготовить по образцу из латунной сетки № 018 ГОСТ 6613—73 и припаять припоем ПОССу40-0,5 ГОСТ 21930—76 к корпусу фильтра.

Сетку фильтра бензоотстойника изготовить вновь по образцу и установить в обойму сетки, завальцевав концы обоймы так, чтобы высота обоймы сетки была не более 0,8 мм.

д) Не отрегулированы контакты в электромагнитном бензонасосе.

Снять крышку бензонасоса, осмотреть поверхности контактов размыкателя. Загрязнение, коррозия контактных поверхностей не допускаются.

Промыть загрязненные контакты, зачистить имеющуюся коррозию.

Отрегулировать винтом зазор между контактами, обеспечить необходимое время замыкания и размыкания контактов.

е) Излом или остаточная деформация пружины регулировочного винта и сердечника электромагнитной катушки бензонасоса.

Под действием пружины регулировочный винт и сердечник электромагнитной катушки должны возвращаться в исходное положение и замыкать контакты.

Заменить пружину.

ж) Трещины и разрывы диафрагмы электромагнитного диафрагменного бензонасоса.

Включить бензонасос и проверить подачу топлива через штуцер. Если бензонасос не подает топливо, разобрать бензонасос.

Осмотреть диафрагму. Трещины и разрывы диафрагмы не допускаются. Заменить негодную диафрагму.

20.1.3. Затухает горение топлива

Причины неисправности:

а) Загрязнены всасывающая и выхлопная трубы отопительной установки.

Очистить от грязи и пыли всасывающую и выхлопную трубы.

б) Загрязнены фильтры бензонасоса, бензоотстойника и регулятора подачи бензина.

См. п. 20.1.2, г.

в) Недостаточно открывается электромагнитный клапан регулятора подачи бензина.

Проверить работу клапана при напряжении питания не менее 11 В. При замыкании и размыкании цепи катушки клапана должен прослушиваться резкий щелчок сердечника.

При заедании сердечника клапана устранить причину, как указано в п. 20.1.2,в.

г) Течь бензина в соединении корпуса регулятора с корпусом катушки.

Включить отопительную установку в работу и проверить герметичность соединения корпуса регулятора с корпусом катушки.

При негерметичности соединения заменить уплотнитель изготовленным вновь (рис. 233).

д) Загрязнены отверстия жиклера.

Разобрать регулятор подачи бензина.

Вывинтить осторожно жиклер, не нарушая отверстия, прочистить от грязи и продуть сжатым воздухом. Удалить грязь с деталей регулятора, промыть детали в бензине, продуть сжатым воздухом и собрать регулятор подачи бензина.

20.1.4. Негерметичность игольчатого клапана регулятора подачи бензина в закрытом положении

Запустить отопительную установку в работу и проверить, нет ли перелива бензина через сливную трубку. Перелив бензина через сливную трубку регулятора подачи бензина не допускается.

Причины неисправности:

а) Запорная игла не прилегает к седлу иглы.

Разобрать регулятор подачи бензина, осмотреть поверхность запорной иглы и седла иглы. Проверить по краске прилегание запорной иглы к седлу иглы. Прилегание должно быть по кольцу. При неприлегании иглы к седлу по кольцу притереть запорную иглу (рис. 236) к седлу иглы.

б) Излом или осадка пружины поплавка.

Разобрать регулятор подачи бензина и осмотреть пружину. Высота пружины в свободном состоянии должна быть не менее 15 мм.

Заменить негодную пружину (табл. 56, п.1).

в) Негерметичность поплавка.

Разобрать регулятор подачи бензина. Осмотреть места пайки поплавка. Удалить поврежденные швы припоя, подготовить

вновь поверхности поплавка под пайку и припаять припоем ПОССу 40-0,5 ГОСТ 21930—76.

При пайке кислота не должна стекать внутрь поплавка. После пайки проверить поплавок на герметичность в горячей воде при температуре 80—85°С в течение 0,5 мин. При этом не

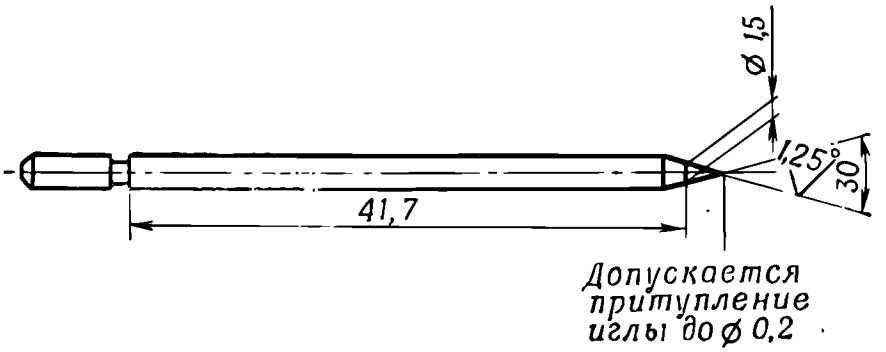


Рис. 236. Запорная игла К12Г-1107331

должно наблюдаться пузырьков выходящего из поплавка воздуха.

Попадание воды внутрь поплавка не допускается.

20.1.5. Негерметичность электромагнитного клапана регулятора подачи бензина в закрытом положении

а) Излом или осадка пружины клапана.

В закрытом положении сердечник клапана под действием пружины должен плотно прилегать к седлу клапана.

Заменить негодную пружину (табл. 56, п. 2).

б) Повреждение (выкрашивание) резины клапана.

Заменить поврежденную резину клапана и установить в сердечник клапана.

20.1.6. Обильное дымление через выхлопную трубу отопительной установки

Включить отопительную установку в работу и проверить при установившемся режиме работы наличие дымления.

Допускается периодический выброс дыма из выхлопного патрубка отопителя.

Причины неисправности:

а) Малы обороты вала электродвигателя.

Проверить напряжение на клеммах электродвигателя отопительной установки, которое должно быть не менее 11 В. Если напряжение на клеммах электродвигателя менее 11 В, подзарядить аккумулятор.

Таблица 56

Данные для изготовления винтовых цилиндрических пружин установок О30 и ОВ-65

№ по пор.	№ пружины	Материал	Размеры пружины, мм		Число витков		Навивка	Примечание
			диаметр наружный	длина	рабочих	общее		
1	965-8101254	Проволока Бр. ОЦ4-3 ГОСТ 5017—74 ∅ 0,3	$8{,}2^{+0{,}5}$	15	8	10	Любая	Последние витки поджать; в сжатом состоянии длина пружины должна быть 8,5 мм
2	О30-3165	Проволока стальная пружинная ГОСТ 9389—75 ∅ 0,3	$3{,}4_{-0{,}3}$	20	$14\pm0{,}5$	$16\pm0{,}5$	—	Опорные витки поджать
3	ОВ65-1106	Проволока стальная пружинная ГОСТ 9389—75 ∅ $1^{+0{,}03}_{-0{,}02}$	11	28 ± 1	4,5	6,5	—	Опорные витки поджать и шлифовать не менее $^3/_4$ витка. При высоте пружины 20 мм сила пружины должна быть $1^{+0{,}2}$ кгс
4	ОВ65-1110	Проволока стальная пружинная ГОСТ 9389—75 ∅ $0{,}8^{+0{,}03}_{-0{,}02}$	$5{,}4\pm0{,}3$	87 ± 1	$22\pm0{,}5$	$24\pm0{,}5$	—	Опорные витки поджать и шлифовать не менее $^3/_4$ витка. При высоте пружины 65 мм сила пружины должна быть $1{,}7\pm0{,}1$ кгс

Если электродвигатель имеет малое число оборотов при напряжении 11 В, то необходимо разобрать его, для чего отвинтить гайки стяжных болтов, разъединить корпус, удалить пыль со щеток. При износе щеток коллектора более $^1/_3$ их длины заменить их.

После сборки электродвигателя проверить правильность вращения. Вращение должно быть левое, если смотреть со стороны конца вала с накаткой.

б) Задевание лопаток нагнетателя за фланец электродвигателя.

Включить отопительную установку в работу и проверить, нет ли задевания лопаток нагнетателя за фланец электродвигателя. При наличии задевания снять нагнетатель с вала электродвигателя, выправить погнутые лопатки нагнетателя без нагрева. Собрать электродвигатель с нагнетателем и вентилятором, обеспечив зазоры между торцами электродвигателя и вентилятора в пределах 0,5—2 мм и между нагнетателем и торцом фланца электродвигателя 1,4—1,6 мм. Зазор между нагнетателем и торцом фланца электродвигателя устанавливается при выбранном осевом люфте электродвигателя.

в) Загрязнена сливная трубка регулятора подачи бензина.

Очистить сливную трубку регулятора подачи бензина от грязи, чтобы поплавковая камера была соединена с атмосферой.

г) Нагар на стенках теплообменника.

Снять теплообменник. Легким постукиванием по наружной части теплообменника отделить нагар, после чего продуть теплообменник сжатым воздухом под давлением 2—3 кгс/см^2. Осмотреть состояние сварных швов теплообменника. При наличии трещин в сварных швах, не обеспечивающих герметичность, подварить сварной шов газовой сваркой. Для проверки герметичности сварных швов теплообменника промазать швы раствором мела и дать подсохнуть. С обратной стороны смочить швы керосином. Проникновение керосина через сварные швы не допускается.

20.1.7. Мала производительность отопительной установки

Включить отопительную установку в работу и проверить, повышается ли температура в кузове. При нормальной работе отопительной установки температура в кузове должна повышаться.

Причины неисправности:

а) Малы обороты вала электродвигателя. См. п. 20.1.6, а.

б) Загрязнены всасывающая и выхлопная трубы отопительной установки.

См. п. 20.1.3, а.

в) Загрязнены фильтры бензонасоса, бензоотстойника и регулятора подачи бензина.

См. п. 20.1.2, г.

г) Недостаточно открывается электромагнитный клапан регулятора подачи бензина.

См. п. 20.1.3, в.

д) Задевание лопаток нагнетателя за фланец электродвигателя.

См. п. 20.1.6, б.

е) Вмятины на нижней трубе и воздухопроводе, мешающие свободному прохождению воздуха в кузов.

Осмотреть нижнюю трубу и воздухопровод. При наличии вмятин на деталях выправить их без нагрева.

ж) Пробоины на входном патрубке и трубе.

Осмотреть входной патрубок и трубу. Пробоины на входном патрубке и трубе не допускаются.

При наличии пробоин подготовить поврежденные места под постановку накладок. При сквозных пробоинах накладки устанавливать на внутренних и наружных трубах.

Размеры накладки должны перекрывать пробоину на 10—15 мм с каждой стороны.

Накладки для патрубка изготавливать из листовой стали толщиной 0,6 мм. Накладки для трубы изготавливать из листа Б1 ГОСТ 19903—74.

Приварку накладки производить газовой сваркой. После установки накладки окрасить отремонтированное место эмалью ПФ-837 ТУ 6-10-1309—72. Поврежденную термоизоляцию (вата минеральная ГОСТ 4640—76) заменить новой, установив ее по месту. После установки накладки окрасить эмалью ХВ-518 ТУ-6-10-996—75.

з) Повреждение (разрывы, трещины и структурное разрушение уплотнителей) крышки люка.

Заменить поврежденный уплотнитель, приклеив его к профилю клеем № 88Н МРТУ 38-10-51061—76.

20.2. ОТЫСКАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ОВ-65 (ОВ-65Б, ОВ-65В, ОВ-65Г)

20.2.1. Установка ОВ-65 не запускается

Произвести запуск установки ОВ-65 на частичном режиме, для чего:

проверить наличие топлива в баке, открыть запорный кран системы питания отопителя;

рычаг переключателя поставить в положение ОТОПЛЕНИЕ;

включить свечу накаливания нажатием кнопки включателя, при этом контрольная спираль на щитке должна накаливаться до ярко-красного цвета;

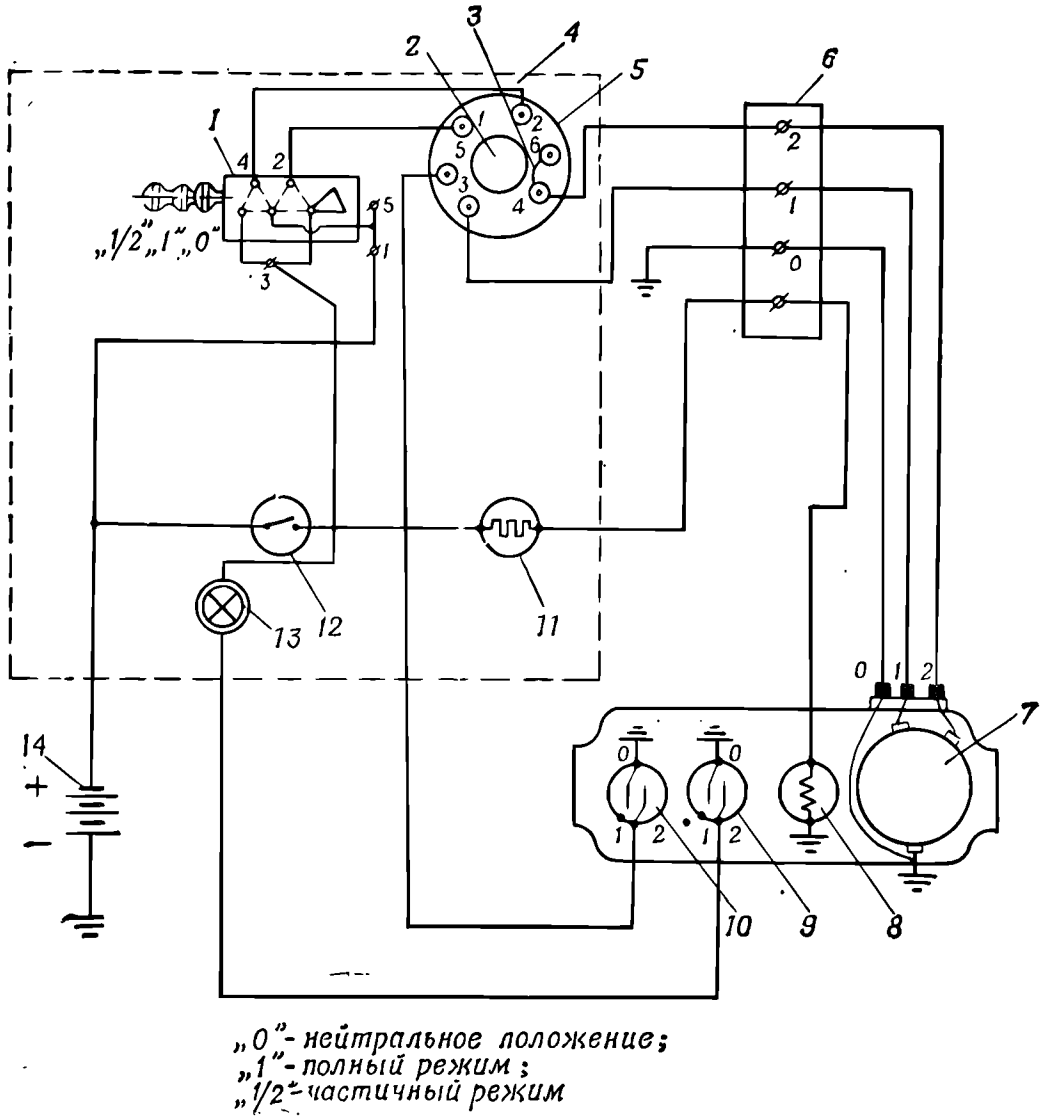


Рис. 237. Схема электрооборудования отопительно-вентиляционной установки ОВ-65:

1 — переключатель П300 ОВ-65-2100; *2* — красная кнопка; *3* — перемычка; *4* — щиток управления; *5* — реле перегрева ОВ-65-2200; *6* — четырехклеммная панель ПС2-3723000А2; *7* — электродвигатель; *8* — свеча накаливания СК СР653707000; *9* — датчик-указатель горения ОВ-65-1600Б; *10* — датчик-указатель перегрева ОВ-65-1700; *11* — контрольная спираль ОВ-65-2000; *12* — выключатель ВН-45ЛМ-Л100 4050; *13* — контрольная лампа ОВ-65-2600; *14* — аккумулятор 12 В

по истечении 30 с включить электродвигатель на частичный режим работы, установив переключатель на щитке в положение $^1/_2$;

через 30 с после включения электродвигателя включить свечу накаливания.

После включения электродвигателя в течение 3 мин должна загореться зеленая лампочка на щитке в кабине водителя, сигнализирующая о начале работы установки. Если в течение 3 мин после включения электродвигателя не загорится зеленая лампочка, то процесс запуска следует повторить.

По истечении 10—15 мин работы установки ОВ-65 на частичном режиме при достижении устойчивого горения установку перевести на полный режим горения путем перевода электродвигателя на полные обороты, установив переключатель в положение 1.

Причины неисправности:

а) Обрыв цепи электрооборудования установки ОВ-65.

Проверить прибором Ц4312 по схеме (рис. 237) исправность электроцепей установки ОВ-65. Обрыв проводов не допускается. Устранить обрыв проводов.

б) Мало напряжение аккумуляторной батареи.

Проверить напряжение установки ОВ-65:

у отопителей с 12-вольтовым электрооборудованием напряжение на клеммах панели в момент запуска должно быть не ниже 11 В, а на свече — порядка 4 В;

у отопителей с 24-вольтовым электрооборудованием напряжение на клеммах в момент запуска должно быть не ниже 23 В, а на свече — порядка 4 В.

Если напряжение на клеммах панели и свече накаливания не находится в указанных выше пределах, необходимо подзарядить аккумуляторную батарею установки ОВ-65.

20.2.2. Электропроводка имеет недостаточное сечение

Во избежание короткого замыкания проводку изолировать резиновыми втулками во всех местах пересечения металлических листов. Для предотвращения падения напряжения на клеммах панели установки ОВ-65 сечение проводов при ремонте выбирать по табл. 57.

Таблица 57

Длина провода, м	Провод к свече накаливания	Нулевой провод	Провод датчика	Провод электродвигателя
	Сечение провода, мм²			
0—5	4	4	1,5	2,5
Свыше 5	6	6	1,5	4

Если сечение проводов не соответствует данным таблицы, то заменить проводку.

20.2.3. Негерметичность соединений

Запустить установку ОВ-65 и проверить герметичность соединений:

топливопроводов с топливным бачком;

в местах уплотнений топливного насоса;

в местах соединения топливной трубки с топливным насосом.

Течь топлива не допускается.

При обнаружении течи подтянуть ослабленные крепления.

20.2.4. Заклинивание вала топливного насоса

Разобрать установку ОВ-65, снять топливный насос и проверить вращение вала. Вал топливного насоса должен иметь плавное, свободное вращение от руки.

Причины неисправности:

а) Излом подшипников вала.

Разобрать насос и заменить подшипники.

б) Забоины, задиры, намины на червяке топливного насоса и на червячном колесе топливного насоса.

Удалить приподнятый металл, добившись легкости вращения вала.

20.2.5. Не работает установка ОВ-65 в режиме ОТОПЛЕНИЕ

Проверить включение топливного насоса путем многократного поворота рукоятки включения.

Вилка муфты на режиме ОТОПЛЕНИЕ должна находиться в среднем положении и не должна задевать за ведомый конус.

Причины неисправности:

а) Изгиб концевой части вилки.

Произвести подгибку концов вилки таким образом, чтобы она в режиме ОТОПЛЕНИЕ не задевала за ведомый конус;

б) Изгиб тяги муфты.

Снять тягу и выправить без нагрева.

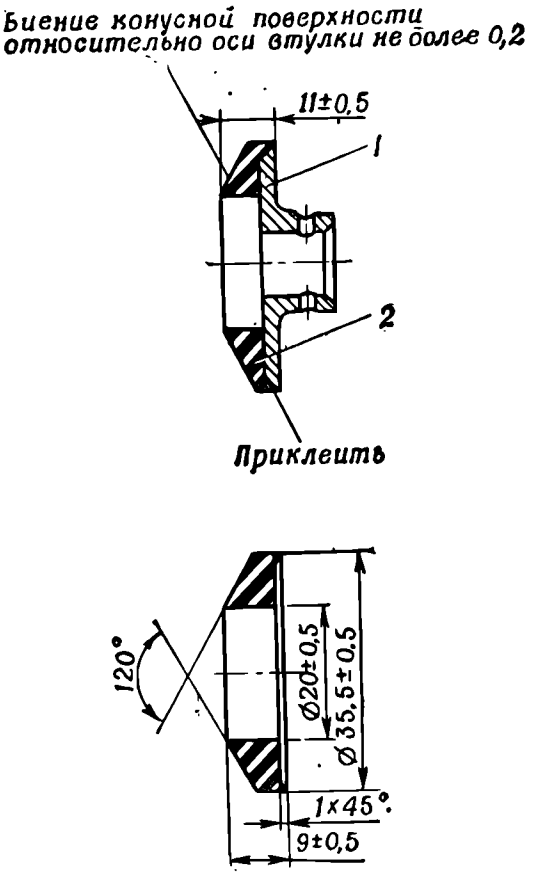
в) Излом или осадка пружины конуса.

Заменить негодную пружину изготовленной вновь (табл. 56, п. 3).

г) Износился резиновый конус ведущей муфты.

Отделить оставшуюся резину от втулки.

Изготовить конус *1* (рис. 238) и приклеить клеем 88Н ТУ 38-10-51061—76 к втулке 2.



Материал: резина маслобензостойкая гр.Vб, ТУ233-54р.

Рис. 238. Конус муфты ОВ-65-1101:
1 — конус ОВ-65-1103; *2* — втулка ОВ-65-1102

20.2.6. Мала производительность установки ОВ-65

Запустить установку ОВ-65 в работу и проверить, повышается ли температура в кузове. При нормальной работе установки ОВ-65 температура в кузове должна повышаться.

Причины неисправности:

а) Малы обороты вала электродвигателя.

См. п. 20.2.1,б.

б) Загрязнена топливная трубка.

Снять трубку, очистить от грязи и продуть сжатым воздухом.

в) Загрязнены всасывающая и выхлопная трубы установки.

См. п. 20.1.3, а.

г) Задевание крыльчатки вентилятора за переднюю крышку.

При неработающей установке проверить, не задевает ли крыльчатка вентилятора за крышку. Одновременно проверить

зазор по кольцу между крыльчаткой и крышкой. Он должен находиться в пределах 1—2 мм. Если зазор не находится в указанных пределах, то снять переднюю крышку и отрихтовать ее таким образом, чтобы был обеспечен необходимый зазор.

20.2.7. Установка шумит при работе

Причины неисправности:

а) Задевание крыльчатки вентилятора за переднюю крышку.

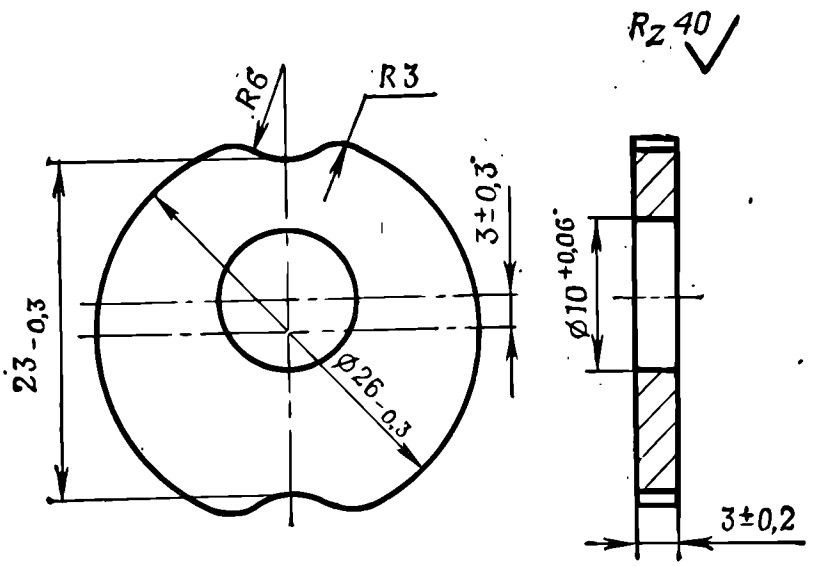
См. п. 20.2.6, г.

б) Выплавилась смазка из подшипников насоса и электродвигателя.

Наполнить подшипники смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267—74.

20.2.8. Установка не работает в режиме ВЕНТИЛЯЦИЯ

Поворотом рукоятки муфты отключить топливный насос. При этом установка должна работать в режиме ВЕНТИЛЯЦИЯ.



Материал: сталь 45 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 239. Эксцентрик ОВ-65-1115

Причины неисправности:

а) Излом или осадка пружины.

Заменить негодную пружину изготовленной вновь (табл. 56, п. 4).

б) Изгиб тяги муфты.

См. п. 20.2.5, б.

в) Износ эксцентрика.

Заменить эксцентрик (рис. 239).

20.2.9. Обильное дымление установки

Включить в работу установку ОВ-65 на частичном режиме, затем перевести ее на полный режим горения. При установившемся режиме проверить наличие дымления.

Причины неисправности:

а) Низкое качество топлива.

Заменить топливо.

б) Малы обороты электродвигателя.

См. п. 20.2.1, б.

в) Топливопроводы засорены или негерметичны.

Очистить фильтр-отстойник, топливопроводы и проверить их герметичность.

г) Неправильный запуск установки.

Запуск установки производить согласно инструкции по эксплуатации.

д) Износ червяка топливного насоса в сопряжении с червячным колесом.

Не разбирая насоса, проверить люфт в сопряжении червяка с червячным колесом. При наличии люфта разобрать насос и с помощью штангенциркуля проверить размеры зубьев червяка и червячного колеса. При износе зубьев более $^1/_3$ заменить червяк и червячное колесо новыми.

е) Нагар на стенках теплообменника.

См. п. 20.1.6, г.

20.2.10. Попадание отработавших газов в подогреваемый воздух

Причины неисправности:

а) Выхлопная труба расположена близко от воздухозаборника свежего воздуха.

Изготовить удлинитель на выхлопную трубу.

б) Засорена дренажная трубка и излишки топлива просачиваются в теплообменник.

Прочистить дренажную трубку и продуть сжатым воздухом.

20.3. ИСПЫТАНИЕ УСТАНОВОК О30 И ОВ-65 ПОСЛЕ РЕМОНТА

После ремонта установок О30 и ОВ-65 опробовать их в работе. В процессе опробования проверить надежность запуска установок и работу их как на стоянке, так и при движении машины. Проверку производить согласно указаниям ТО и ИЭ отопительных установок, а также ТО и ИЭ изделий, на которые установлены данные отопительные установки.

21. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

21.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

При ремонте вооружения в войсках производится восстановление лакокрасочных и ремонт оксидных, фосфатных и фосфатолаковых покрытий.

Изделия, имеющие повреждения гальванических покрытий (цинкового, серебряного, кадмиевого, никелевого, хромового и т. п.), влияющие на боеготовность вооружения, подлежат ремонту в стационарных ремонтных органах окружного или центрального подчинения.

Незначительные повреждения гальванических покрытий ремонтировать путем нанесения на поврежденные места лака ПФ-170 ГОСТ 15907—70, перед нанесением которого поверхности деталей должны быть тщательно очищены шлифовальной шкуркой и обезжирены бензином-растворителем для лакокрасочной промышленности (уайт-спиритом ГОСТ 3134—78 или бензином для промышленно-технических целей ГОСТ 8505—80). Детали прицельных приспособлений стрелкового оружия (гривка и прорезь прицельной планки или рамки, мушки, целик и др.), осветленные инструментом в процессе ремонта, мелкие пружины из проволоки диаметром или толщиной листа менее 0,5 мм, детали с мелкой резьбой, а также незначительные потертости оксидных и фосфатолаковых покрытий подкрашивать лаком, состоящим из клея БФ-4 и спирторастворимого нигрозина (300—400 г клея БФ-4 на 15—20 г спирторастворимого нигрозина).

Допускается осветленные мелкие термически необработанные детали стрелкового оружия воронить следующим образом:

очистить детали до металлического блеска;

нагреть их до образования светло-синего цвета побежалости;

быстро протереть поверхности деталей чистой ветошью или паклей, смоченной ружейной смазкой ВО ГОСТ 3045—51, или опустить детали в сосуд с небольшим количеством смазки. Необходимый нагрев деталей определяется по характерному потрескиванию горящей смазки;

охладить детали на воздухе, после чего смазать их смазкой ружейной жидкой РЖ ГОСТ 9811—61.

Процесс воронения должен быть закончен при однократном нагреве, так как при повторном нагреве вороненые поверхности портятся.

21.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

21.2.1. Требования к рабочему месту и последовательность выполнения работ

Материалы, применяемые для окраски при ремонте (а также при изготовлении деталей и узлов), выбирать, руководствуясь указаниями приложения 35.

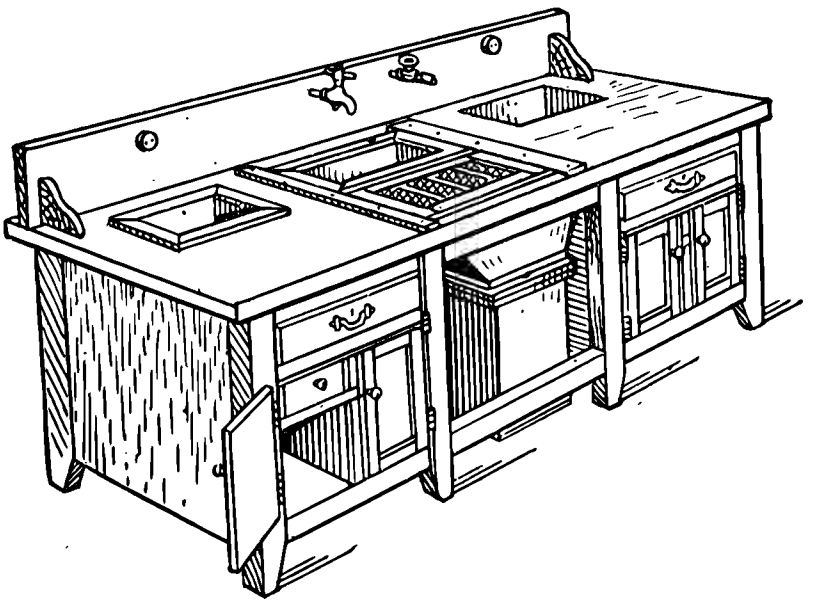


Рис. 240. Универсальный стол для подготовительных и окрасочных работ

Окрасочные работы рекомендуется производить в помещении при температуре воздуха от 15 до 35°С и относительной влажности не выше 75%.

Небольшой объем работ с лакокрасочными материалами допускается выполнять в любом помещении. При этом поблизости не должно быть открытого огня или искрообразования.

При необходимости подготовки поверхности изделия на открытом воздухе допускается температура не ниже 5°С при отсутствии атмосферных осадков.

Технологический процесс окраски должен включать все стадии подготовки и окраски изделий, а именно: подготовку поверхности к окраске, подготовку лакокрасочных материалов, грунтование, шпатлевание (при необходимости), окраску, сушку после грунтования, шпатлевания и окраски.

Помещение рекомендуется оборудовать:

приточно-вытяжной вентиляцией с подогревом воздуха в зимний период до 15—20°С;

оборудованием и аппаратами для окраски;

сушильными шкафами и стеллажами для холодной сушки;

специальным оборудованием, предусмотренным правилами техники безопасности.

Для подготовительных и окрасочных работ рекомендуется универсальный стол (рис. 240), на котором можно производить следующие работы: очистку и обезжиривание вручную и механически, кистевые работы, шпатлевание вручную, шлифовку как ручную, так и механическую.

Универсальный стол оборудован небольшими ваннами для обезжиривающих составов и для воды, нижней вытяжкой для удаления паров растворителей и пыли.

Для травления и обезжиривания химическим способом рабочее место должно быть оборудовано ваннами для травления, обезжиривания и промывки водой.

21.2.2. Основные виды разрушения лакокрасочных покрытий

Потеря блеска является одним из показателей начальной стадии разрушения поверхностного слоя покрытия в результате фотохимических процессов.

Изменение цвета (побеление, потемнение, пожелтение и т. д.) происходит в результате фотохимических процессов.

Бронзировка происходит в результате миграции пигмента и характеризуется появлением побежалости на поверхности лакокрасочного покрытия.

Белесоватость представляет собой налет на поверхности покрытия, образуемый в результате физико-химических процессов и действия влаги.

Грязеудержание — способность лакокрасочного покрытия удерживать на своей поверхности механические загрязнения, не удаляемые при промывке водой.

Меление — представляет собой поверхностное разрушение пигментированного лакокрасочного покрытия, происходящее в результате фотохимических процессов и сопровождаемое образованием свободных частиц пигмента, легко удаляемых с поверхности.

Степень меления определяют по характеру и степени свободно отделяющегося от поверхности покрытия пигмента путем трения тканью (фланель): черной — для светлых покрытий и белой — для темных.

Различают следующие виды меления:

едва заметное;

незначительное — при трении ткани сразу же восстанавливаются цвет и глянец покрытия;

значительное — в цветных покрытиях сопровождается сильным выцветанием, при трении тканью восстанавливаются цвет и глянец покрытия;

сильное — при трении тканью с большим трудом восстанавливаются цвет и глянец покрытия;

очень сильное — при трении тканью не восстанавливается ни цвет, ни глянец покрытия или обнажается поверхность, на которую нанесено лакокрасочное покрытие.

Выветриванием называется процесс разрушения покрытия в результате эрозии, вызывающей износ верхнего слоя покрытия. Наибольшая степень выветривания характеризуется обнажением грунта или металла (либо другой подложки).

Растрескивание является следствием потери покрытием механической прочности в результате его старения. При этом образуются трещины и сетки.

Отслаивание покрытия происходит вследствие нарушения его сцепления с окрашиваемой поверхностью или с нижележащим слоем краски или грунтовочным слоем.

Сыпь и пузыри образуются на поверхности покрытия главным образом от воздействия влаги и ее проникновения под пленку.

Появление коррозии на поверхности покрытия свидетельствует о разрушении окрашенного металла.

21.2.3. Оценка состояния лакокрасочных покрытий

Оценка состояния лакокрасочных покрытий производится внешним осмотром невооруженным глазом.

Степень разрушения покрытия, а также общая оценка его состояния могут быть установлены по табл. 58.

Таблица 58

Оценка состояния покрытия

№ по пор.	Показатели состояния покрытия	Оценка покрытия и мероприятия по его восстановлению
1	Без видимых изменений (при осмотре невооруженным глазом)	Состояние покрытия очень хорошее. Промыть водой для удаления пыли и грязи
2	Потеря глянца до 50%. Слабое изменение цвета покрытия (начальное явление); слабое потемнение, побеление, выцветание, пожелтение	Состояние покрытия хорошее. Промыть водой для удаления пыли и грязи
3	Потеря глянца от 50% и выше. Значительное изменение цвета покрытия. Слабое меление	Состояние покрытия удовлетворительное. Промыть водой для удаления пыли и грязи

Продолжение

№ по пор.	Показатели состояния покрытия	Оценка покрытия и мероприятия по его восстановлению
4	Поверхностные волосяные трещины или поверхностная мелкая сетка	Состояние покрытия удовлетворительное. Поверхность отшлифовать наждачной шкуркой № 4—6, обдуть сжатым воздухом и окрасить
	Поверхностная мелкая сетка, видимая невооруженным глазом на площади, не превышающей 10% общей	
	Образование мелких пузырей в отдельных местах без отслаивания. Сморщивание пленки в отдельных местах.	
	Отслаивание (шелушение) очень небольших кусочков пленки от нижележащих слоев покрытия в отдельных местах в результате выветривания (подложка не обнажается).	
	Значительное меление	
5	Полное выцветание пленки (полная потеря основного цвета). Поверхностные волосяные трещины (или поверхностная мелкая сетка), видимые невооруженным глазом на площади, не превышающей 25% всей поверхности	Покрытие находится в неудовлетворительном состоянии. Выправить поврежденные места
	Поверхностная крупная сетка или трещины на площади, не превышающей 10% всей поверхности. Мелкие пузыри на поверхности и образование оспин до металла в отдельных местах (лопнувшие пузыри)	После высыхания слоев эмали места выправки и всю поверхность отшлифовать наждачной шкуркой № 4—6, обдуть сжатым воздухом, протереть чистой ветошью и окрасить
	Крупные пузыри в отдельных местах. Сморщивание пленки по всей поверхности.	
	Отслаивание небольших кусочков пленки от нижележащих слоев покрытия по всей поверхности в результате выветривания (подложка не обнажается).	
	Сильное меление.	
	Отдельные точки коррозии, на поверхности покрытия или отдельные темные пятна в результате коррозии под пленкой	
6	Крупные глубокие трещины или глубокая сетка (до грунтовки)	Покрытие находится в неудовлетворительном состоянии.

Продолжение

№ по пор.	Показатели состояния покрытия	Оценка покрытия и мероприятия по его восстановлению
	на площади, не превышающей 50% всей поверхности. Трещины до поверхности на площади, не превышающей 10% всей поверхности. Крупные пузыри по всей поверхности или образование оспин до подложки. Отслаивание небольших кусочков пленки на площади, составляющей до 10% всей поверхности, в результате наличия сетки, трещин или плохого прилипания. Очень сильное меление. Точечная коррозия или налет ржавчины на площади, составляющей до 5% всей поверхности	Покрытие возобновить полностью, предварительно сняв старое и очистив поверхность от ржавчины
7	Крупные трещины до подложки на площади, не превышающей 50% всей поверхности. Глубокая сетка до грунтовки по всей поверхности. Отслаивание кусочков пленки от подложки на площади, не превышающей 25% всей поверхности. Очень сильное меление до подложки. Коррозия на площади, составляющей до 10% всей поверхности	То же
8	Крупные трещины до подложки. Отслаивание кусочков пленки от подложки на площади, составляющей до 50% всей поверхности. Коррозия на площади, составляющей до 25% всей поверхности.	Покрытие находится в неудовлетворительном состоянии. Покрытие возобновить полностью, предварительно сняв старое и очистив поверхность от ржавчины
9	Отслаивание пленки на площади, составляющей до 75% всей поверхности. Коррозия на площади, составляющей до 50% всей поверхности	То же
10	Коррозия на площади, составляющей до 75% всей поверхности Полное разрушение покрытия	Покрытие возобновить полностью, предварительно сняв старое и очистив поверхность от ржавчины

21.2.4. Подготовка металлических поверхностей к окраске

Подготовительные операции перед окраской заключаются в удалении ржавчины и окалины, пыли и грязи, жировых и масляных загрязнений, влаги и старой краски.

Вновь изготовленные детали (при отсутствии на них окалины) подлежат обезжириванию и грунтованию.

Окрашенные детали при замене следует очистить от старой краски, ржавчины и окалины, обезжирить и грунтовать.

Ржавчина и окалина могут быть удалены с покрываемых поверхностей механическим или химическим способом.

Основным способом очистки является механический. Если при очистке механическим способом детали подвергаются деформации, следует применять химическую очистку.

Механический способ очистки поверхностей от ржавчины и окалины

Небольшие налеты ржавчины и окалины следует удалять наждачной шкуркой, куском пемзы и другими абразивными материалами вручную или с помощью электрических и пневматических шлифовальных инструментов.

Вручную можно очищать поверхности любой формы и размеров, а шлифовальными инструментами — поверхности крупных деталей и деталей средней величины несложной формы.

Большие налеты ржавчины и окалины с крупных поверхностей несложной формы удалять с помощью абразивных кругов, шлифовальных аппаратов или торцовыми стальными щетками на гибком валу с приводом от электродвигателя.

Для подготовки поверхности цветных металлов к окраске также применяется механический способ, обеспечивающий удаление окислов и создания шероховатой поверхности и лучшее прилипание лакокрасочных покрытий.

Химический способ очистки поверхностей от ржавчины и окалины

Химическим способом поверхность от ржавчины и окалины очищают в соответствии с требованиями инструкции по очистке стальных деталей от ржавчины химическим способом (приложение 4).

21.2.5. Удаление старых лакокрасочных покрытий

При ремонтных работах старые лакокрасочные покрытия, которые имеют прочное сцепление с поверхностью, удалять не рекомендуется, так как они хорошо защищают металл от коррозии.

При наличии нарушений лакокрасочного покрытия, указанных в табл. 58, производится частичное или полное удаление старого лакокрасочного покрытия. Для этой цели применяются различные способы в зависимости от рода покрытия, степени разрушения и прочности сцепления покрытия с поверхностью, а именно:

соскабливание пленки покрытия скребками, стальными щетками;

растворение пленки покрытия жидкими смывками, содержащими органические растворители.

С деревянных поверхностей, а также с металлических, которые по условиям работы нельзя подвергать механической очистке, старое лакокрасочное покрытие удалять смывкой АФТ-1 ТУ 6-10-1202—76.

Смывка АФТ-1 предназначается для снятия старых масляных и нитроцеллюлозных покрытий. Смывка АФТ-1 наносится на поверхность с помощью краскораспылителя или кисти. Действие смывки определяется началом набухания, сморщивания или размягчения лакокрасочного покрытия и наступает через 20—30 мин после нанесения ее на поверхность.

Смывка быстро размягчает пленку эмалей и лаков и пленка легко удаляется с поверхности металла с помощью стальных скребков и шпателей.

При частичном удалении старого лакокрасочного покрытия порядок подготовки поверхности к окраске должен быть следующим:

промыть загрязненные участки водой и протереть насухо ветошью;

определить вид старого лакокрасочного покрытия, для чего тряпичным тампоном, смоченным ацетоном, размыть покрытие путем легкого протирания поверхности. Если покрытие лакомасляное, оно будет набухать, размягчаться, а затем сморщиваться. Нитроцеллюлозное и перхлорвиниловые покрытия будут размываться, уменьшаться в толщине, а на тампоне при этом будет оставаться липкая масса краски.

Чтобы определить, является ли покрытие перхлорвиниловым или нитроцеллюлозным, часть пленки покрытия следует снять с изделия (бритвой, ножом) и произвести ее сжигание. Пленка нитроцеллюлозного покрытия горит интенсивно; пленка перхлорвинилового покрытия горит медленно, коптящим пламенем, с характерным запахом хлора;

удалить стальными щетками отслоившееся старое покрытие и очистить оголенные участки наждачными шкурками. Всю подлежащую окраске поверхность шлифовать шлифовальной шкуркой зернистостью № 4—6 (размер зерен основной фракции 40—80 мкм).

Очищенную поверхность обезжирить уайт-спиритом ГОСТ 3134—78 или бензином для промышленно-технических целей ГОСТ 8505—80 и протереть насухо чистой ветошью.

21.2.6. Обезжиривание поверхностей

Для обезжиривания поверхностей применяются органические растворители (уайт-спирит, бензин для промышленно-технических целей).

Обезжиривание производится двумя способами: окунанием в ванну или пропиткой ветошью, смоченной растворителем. В обоих случаях остатки растворенных масел и жиров необхо-

димо тщательно удалять с поверхности чистой ветошью, не допуская улетучивания растворителя с обезжириваемой поверхности.

Поверхности мелких деталей обезжиривать, поместив их в проволочную корзину и окуная в ванну с растворителем.

Поверхности средних и крупных деталей и узлов следует обезжиривать ветошью, смоченной растворителем.

Обезжиривание считается законченным, если ветошь, которой производилась протирка, остается чистой.

Запрещается применять для обезжиривания скипидар, керосин и растворитель Р-4.

При транспортировании очищенных деталей и узлов рекомендуется пользоваться хлопчатобумажными перчатками, кроме того, должны быть приняты меры для предохранения изделий от попадания на них влаги, масла, загрязнений.

Длительность перерыва между подготовкой поверхности и окраской (грунтованием) при хранении в помещении (при температуре не ниже 15°С и относительной влажности не выше 75%) не должна превышать 24 ч. При хранении изделий на открытом воздухе длительность перерыва между подготовкой поверхности и окраской (грунтованием) не должна превышать 6 ч.

Перед нанесением лакокрасочных покрытий места, не подлежащие окраске, должны быть защищены пластичной смазкой (ПВК, ГОИ-54п, пушечной и т. п.).

При двухцветной окраске или в целях предохранения хромированных и облицовочных деталей (стекол, плафонов и др.) использовать липкие бумажные и полиэтиленовые ленты, а также специальные приспособления.

21.2.7. Подготовка лакокрасочных материалов

К применению допускаются лакокрасочные материалы, имеющие паспорт (сертификат или его копию) завода-изготовителя и находящиеся в закрытой исправной таре.

На таре с лакокрасочными материалами должны быть этикетки с указанием наименования материала и его марки.

Лакокрасочные материалы, находящиеся в поврежденной или вскрытой таре, не имеющие паспорта (сертификата) поставщика, а также гарантийный срок хранения которых истек, подвергать контролю в лаборатории на соответствие техническим требованиям, указанным в ГОСТ, ОСТ или ТУ на эти материалы. Лакокрасочные материалы, не соответствующие техническим требованиям, применять для окраски вооружения **запрещается.**

Перед вскрытием сливное отверстие и поверхность тары должны быть тщательно очищены от грязи и пыли.

При наличии на поверхности лакокрасочного материала пленки следует осторожно ее удалить, не смешивая со всем лакокрасочным материалом.

Грунтовки и эмали перед наливом из тары необходимо тщательно перемешивать с помощью чистой деревянной мешалки до получения однородного материала без осадки пигмента на дне тары.

Лакокрасочные материалы перед употреблением должны быть профильтрованы через сетку № 015 ГОСТ 6613—73 или через марлю, сложенную вчетверо, и доведены до рабочей вязкости, указанной в приложении 35, соответствующими стандартными растворителями. Разведение лакокрасочных материалов растворителем производить при тщательном перемешивании.

Лакокрасочные материалы рабочей вязкости приготавливаются в количестве не более суточной потребности и хранятся в таре с плотно закрывающимися крышками.

При определении рабочей вязкости испытуемый материал должен иметь температуру 20±2°С. Для того чтобы лакокрасочные материалы приняли указанную температуру, их необходимо доставлять в окрасочное помещение не менее чем за 24 ч до начала работы.

Определение вязкости производить с помощью вискозиметра ВЗ-4.

Вискозиметр с помощью установочных винтов штатива устанавливают так, чтобы его верхний край был в горизонтальном положении. Под сопло вискозиметра ставят сосуд вместимостью не менее 110 мл. Отверстие сопла снизу закрывают пальцем, в вискозиметр с избытком наливают испытуемый материал, чтобы образовался выпуклый мениск над верхним краем вискозиметра. Избыток материала и образовавшиеся пузырьки воздуха удаляют с помощью стеклянной пластины или палочки, сдвигаемых по верхнему краю вискозиметра в горизонтальном направлении. Затем открывают отверстие сопла и одновременно с появлением испытуемого материала из сопла включают секундомер. В момент первого прерывания струи испытуемого материала секундомер останавливают и отсчитывают время истечения с погрешностью не более 0,2 с.

За величину условной вязкости в секундах применяют среднее арифметическое значение трех параллельных определений времени истечения испытуемого материала.

Допускаемое отклонение отдельных определений времени истечения от среднего значения не должно превышать ±2,5%.

Сливание остатков краски из кружек и ведер в ту же тару, в которой хранятся материалы, не допускается.

Количество лакокрасочного материала для окраски конкретного изделия (узла, детали) должно быть рассчитано в соответствии с нормами расхода на окраску, приведенными в приложении 35.

21.2.8. Методы нанесения лакокрасочных материалов

Окрашивать поверхности деталей изделий следует с помощью кисти, распылителя или окунанием.

При выборе метода окраски следует учитывать:

материал, размер и форму поверхности, подлежащей окраске;

свойства применяемых лакокрасочных материалов;

требования, предъявляемые к качеству окраски;

наличие окрасочного оборудования, приспособлений и инструмента.

а) Окраска с помощью кисти

Окраска с помощью кисти является самым простым способом, не требующим применения сложного оборудования; допускается возможность окраски поверхностей любых размеров и

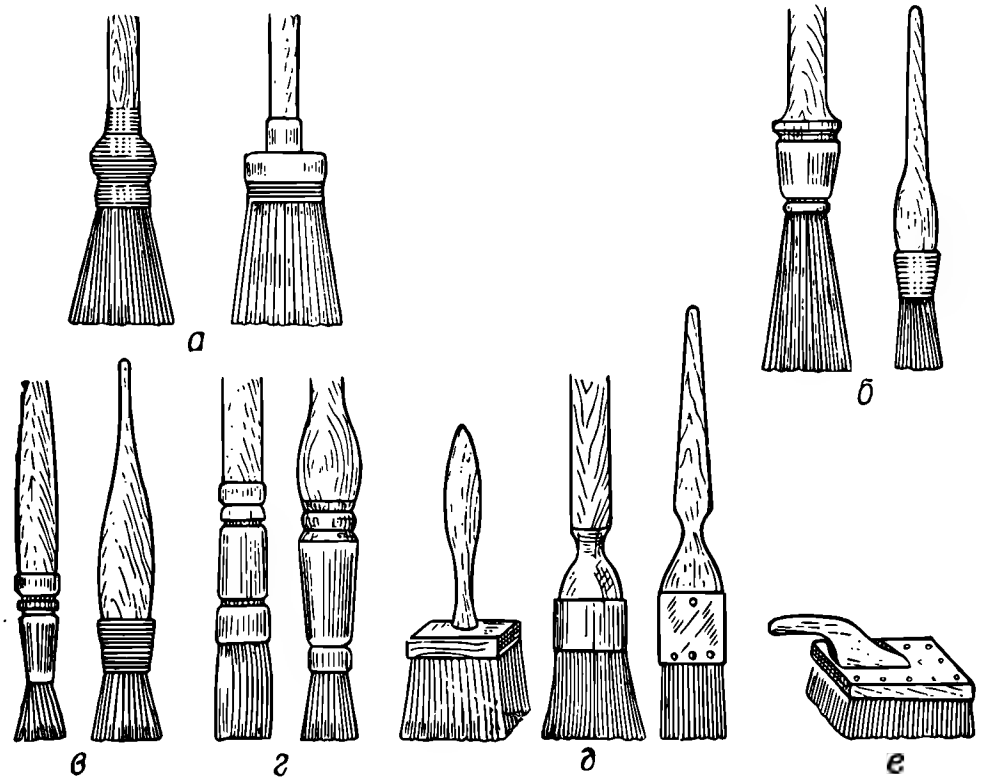


Рис. 241. Ручной инструмент для кистевого окрашивания:
а — маховые кисти; *б* — кисти-ручники; *в* — трафаретные кисти; *г* — филенчатые кисти; *д* — флейцы; *е* — щетка-торцовка

формы, а также применения всех лакокрасочных материалов, за исключением быстровысыхающих (время высыхания не более 1 ч). Кроме того, этот способ самый экономичный по расходу лакокрасочных материалов, но в то же время самый трудоемкий.

Кисти, применяемые для окраски, различаются по форме, размерам и свойствам волоса (рис. 241).

По роду применения они бывают следующие.

Маховые кисти применяются для окраски больших горизонтальных поверхностей. Качество окраски при работе маховыми кистями хуже, чем при работе ручниками (кистями с небольшими ручками).

Ручники применяются для нанесения масляных и эмалевых красок. По форме бывают круглые и плоские.

Качество окраски ручниками хорошее, особенно при нанесении слоя грунта.

Трафаретные кисти относятся к типу ручников и отличаются от них более короткой и жесткой щетиной. Применяются при окраске по трафарету.

Филенчатые кисти используются для проведения филенок (полос).

Флейцы применяются для разравнивания и сглаживания штрихов краски, нанесенной на поверхность ручниками. По форме они бывают круглые и плоские.

Торцовые щетки применяются для торцовки окрашенной поверхности, чтобы придать пленке шероховатый вид.

При работе кистью необходимо соблюдать следующие правила:

вязкость эмали (грунтовки) довести до такой консистенции, чтобы она сходила с кисти только при нажатии на окрашиваемую поверхность, а не стекала с нее;

при набирании эмали кисть окунать не более чем на $^2/_3$ длины щетины кисти;

излишек набранной эмали отжать о край сосуда с эмалью;

при окраске кисть держать приблизительно перпендикулярно окрашиваемой поверхности;

эмаль наносить на поверхность тонким ровным слоем без пропусков сначала в одном направлении, затем с силой растушевать в поперечном направлении;

при окрашивании вертикальных поверхностей окончательную растушевку производить сверху вниз;

при окрашивании деревянных поверхностей окончательную растушевку производить вдоль волокон древесины;

при тщательной отделке окрашиваемой поверхности последнюю растушевку производить флейцами (мягкой кистью).

б) Окраска с помощью распылителя

Способ распыления является самым совершенным, особенно для окраски больших поверхностей. При этом способе окраски можно применять любые лакокрасочные материалы.

Благодаря равномерному и интенсивному распылению краска ложится на поверхность тонким слоем, образуя одинаковое по толщине покрытие. При этом достигается высокая производительность окрасочных работ.

Этот метод окраски имеет и существенные недостатки, а именно:

значительные потери эмали (грунтовки) в виде окрасочной пыли при распылении:

необходимость устройства специальных распылительных камер с приточно-вытяжной вентиляцией для отсоса окрасочной пыли и выделяющихся из эмали паров растворителей.

Для нанесения рабочих составов красок распылением необходимо иметь:

краскораспылитель (пульверизатор) типа 0-45 или С-765 для распыления эмали;

компрессор для получения сжатого воздуха давлением не менее 4 кгс/см^2;

масловодоотделитель для очистки сжатого воздуха от масла и воды;

соединительные шланги для соединения указанных аппаратов.

Правила работы с краскораспылителем:

расстояние от выходного отверстия краскораспылителя до окрашиваемой поверхности должно быть в пределах 150—300 мм;

при работе ось краскораспылителя должна быть перпендикулярна окрашиваемой поверхности;

эмаль (грунтовку) следует наносить параллельными полосами (горизонтальными или вертикальными) так, чтобы наносимая полоса захватила край соседней полосы;

замедление или ускорение движения краскораспылителя отражается на толщине пленки; при замедлении движения создается избыток эмали на поверхности и образуются потеки;

краскораспылитель после различных эмалей промывать соответствующими растворителями до тех пор, пока из распылителя не будет вытекать чистый растворитель.

в) Окраска окунанием

Окраска окунанием является простым и производительным способом. Сущность его заключается в том, что предназначенные для окрашивания изделия погружают в ванну, наполненную эмалью. Через определенный промежуток времени изделия вынимают из ванны и дают возможность излишкам эмали стечь с поверхности окрашенного изделия.

Однако применение этого метода ограничено следующими условиями:

детали или изделия должны иметь небольшие размеры и хорошо обтекаемую форму;

окрашивать изделия можно лишь лакокрасочными материалами, не содержащими в своем составе быстролетучих растворителей и тяжелых пигментов;

окрашивать изделия можно только в том случае, если их необходимо окрасить со всех сторон в один цвет и не требуется тщательной отделки покрываемой поверхности.

При покрытии способом окунания нельзя получить равномерной по толщине пленки, так как она всегда будет иметь утолщение книзу. Поэтому при окраске вторым слоем деталь или изделие нужно окунать и ставить на сушку в обратном положении.

Толщина пленки покрытия при окраске окунанием зависит от скорости вынимания детали или изделия из эмали. Чем медленнее и равномернее вынимать изделие из эмали, тем тоньше получится пленка покрытия. При быстром вынимании толщина пленки увеличивается и влечет за собой перерасход эмали. Перерасход особенно увеличивается при длительном нахождении деревянных деталей в эмали за счет впитывания ее порами древесины. Размеры ванн для окраски окунанием зависят от размеров деталей или изделий.

Рабочий состав эмали в ванне необходимо во время работы перемешивать.

21.2.9. Грунтование

Грунтовка наносится на всю подлежащую окраске поверхность при полном удалении старого лакокрасочного покрытия, а также при перекраске перхлорвиниловыми эмалями изделий, имеющих старое покрытие на основе нитроцеллюлозных эмалей. При перекраске перхлорвиниловыми эмалями изделий, имеющих старое покрытие на основе перхлорвиниловых или масляных эмалей, грунтуются только оголенные до металла участки.

Грунтовку наносить на тщательно очищенную и обезжиренную поверхность ровным тонким слоем (15—20 мкм) без потеков и пропусков. Изделия перед нанесением грунтовок должны принять температуру окружающего воздуха.

На гладкие, хорошо обработанные поверхности наиболее рационально наносить грунтовки распылением. На поверхности с грубой обработкой (сварные швы и др.) грунтовку рекомендуется наносить кистью, так как при этом достигается лучшая прилипаемость грунтовки к металлу. При окраске кистью необходимо грунтовку тщательно растушевать на поверхности.

При подкраске отдельных мест на зачищенные до металла участки грунтовку наносить кистью.

Если грунтовка после высыхания имеет глянцевую поверхность, то перед нанесением следующего лакокрасочного слоя ее необходимо зашлифовать шлифовальной шкуркой зернистостью № 4—6 (размер зерен основной фракции 40—80 мкм).

На эксплуатируемые в полевых условиях изделия из черных металлов, не подвергавшиеся фосфатированию, перед грунтованием нанести фосфатирующую грунтовку ВЛ-02. Грунтов-

ку ВЛ-02 перекрыть грунтовкой ГФ-021 не позднее чем через 24 ч.

Фосфатирующая грунтовка ВЛ-02 представляет собой смесь двух компонентов — основы и кислотного разбавителя, поставляемых комплектно. Она изготавливается непосредственно перед применением путем смешения основы и кислотного разбавителя в соотношении 4 : 1.

Срок годности грунтовки к применению в зависимости от температуры хранения должен быть в соответствии с данными табл. 59.

Таблица 59

Температура, °С	Срок годности, ч
От —10 до +10	24
От 10 до 20	8
От 20 до 30	6
От 30 до 40	4

После изготовления грунтовку разводят растворителем РФГ-1 до рабочей вязкости и наносят на тщательно очищенную от продуктов коррозии и обезжиренную поверхность краскораспылителем одним тонким слоем (6—10 мкм).

Режимы сушки грунтовок, их рабочие вязкости, растворители и окрашиваемый материал приведены в приложении 35.

21.2.10. Шпатлевание поверхности и уплотнение зазоров

Шпатлевка наносится (при необходимости) в целях выравнивания неровной поверхности для улучшения внешнего вида, а также в целях уплотнения зазоров для устранения возможности попадания химических агентов и влаги на внутренние поверхности детали.

Шпатлевку следует наносить возможно более тонким слоем; толщина каждого слоя не более 0,5 мм.

Толщина шпатлевочного слоя допускается:

для нитроцеллюлозных и пентафталевых шпатлевок — не более 0,5 мм;

для хлорвиниловых шпатлевок — не более 0,3 мм.

Шпатлевание следует производить шпателем по предварительно загрунтованной и хорошо высушенной поверхности.

Сглаживание каждого высушенного слоя шпатлевки производить путем зачистки шлифовальной шкуркой зернистостью № 10—12 (размер зерен основной фракции 100—160 мкм) для местного шпатлевания и зернистостью № 6—8 (размер зерен основной фракции 63—100 мкм) для сплошного шпатлевания.

При применении лаковой шпатлевки ПФ-00-2 под перхлорвиниловые и нитроцеллюлозные эмали во избежание подрастворения шпатлевку следует перекрывать грунтовкой.

Ввиду быстрого высыхания шпатлевки ХВ-00-4 наносить ее следует небольшими участками.

Шпатлевки выпускаются заводами-изготовителями в готовом виде. При загустевании допускается незначительное (до 5%) разведение их перед употреблением.

21.2.11. Окраска

Перечень эмалей и лаков, применяемых для окраски, приведен в приложении 35.

Эмали и лаки следует наносить на чистую сухую поверхность сплошным ровным и тонким слоем распылением, кистью или окунанием, как правило, в два слоя. Первый слой наносится на изделия в разобранном виде, второй — после их сборки.

Каждый последующий слой эмали следует наносить на хорошо высушенный предыдущий слой.

Режимы сушки лакокрасочных материалов должны соответствовать данным, приведенным в приложении 35.

Методика определения практического высыхания лакокрасочных материалов приведена в ГОСТ 19007—73.

Для лучшего сцепления каждого последующего слоя эмали производится легкое шлифование предыдущего высохшего слоя эмали шлифовальной шкуркой зернистостью № 3.

Продукты шлифования удаляются сжатым воздухом или ветошью.

Особенности окраски перхлорвиниловыми эмалями:

не допускается нанесение перхлорвиниловых эмалей непосредственно по металлу без предварительного грунтования;

в целях улучшения сцепления перхлорвиниловых эмалей с грунтовками нанесение эмалей следует производить по недосушенному второму слою грунтовки, нанесенной тонким слоем (выдержка второго слоя грунтовки перед нанесением эмали должна быть в пределах от 30 мин до 2 ч). При этом эмаль наносится тонким, слегка просвечивающимся слоем, в противном случае нижележащий слой грунтовки будет подрастворен слоем эмали, что нарушит прочность покрытия;

допускается нанесение эмалей по одному полностью высохшему слою грунтовки;

перхлорвиниловые покрытия прочно держатся на поверхностях старого масляного и лакомасляного покрытий и имеют плохое сцепление с нитропокрытием. При перекраске перхлорвиниловыми эмалями изделий, имеющих нитропокрытие, необ-

ходимо на всю перекрашиваемую поверхность нанести грунтовку ГФ-021;

быстровысыхающие перхлорвиниловые эмали лучше наносить на поверхности методом рыспыления;

при нанесении кистью работу следует производить быстро, без сильного нажима, небольшими участками; по одному и тому же месту проводить не более двух-трех раз;

для получения необходимой твердости покрытия изделия, окрашенные перхлорвиниловыми эмалями, до упаковки и эксплуатации рекомендуется выдерживать в течение 5 суток при температуре не ниже 15°С или в течение 5—6 ч при температуре 60°С.

Особенности окраски масляными эмалями:

масляные эмали можно наносить на поверхности любым методом: распылением, кистью, окунанием;

масляные эмали имеют хорошее сцепление с металлом, поэтому их можно наносить на незагрунтованную поверхность;

учитывая длительность высыхания масляных эмалей (24 ч) при естественной температуре и возможность осаждения пыли на непросохшую поверхность на окрасочном участке необходимо соблюдать особую чистоту.

Особенности окраски нитроцеллюлозными эмалями:

нитроцеллюлозные эмали следует наносить только по предварительно загрунтованной поверхности;

быстросохнущие нитроцеллюлозные эмали наносятся на поверхность методом распыления. Внутренние труднодоступные поверхности, не требующие декоративной отделки, допускается окрашивать с помощью кисти. Работу кистью производить быстро, по одному и тому же месту проводить не более трех раз.

Особенности восстановления муарового покрытия.

Муаровое покрытие удалять не рекомендуется, если на нем имеются лишь незначительные повреждения или царапины. В этом случае достаточно выправить покрытие только в месте повреждения.

Для этого очистить поврежденный участок от старого покрытия и произвести грунтовку и шпатлевку, как это описано выше. Окраску производить черной эмалью ПФ-115 в два слоя (с сушкой каждого слоя).

Если покрытие хорошо сохранилось и на поверхности нет трещин и отслоения, необходимо протереть муаровое покрытие от пыли мягкой щеткой, а при ремонте — ветошью, смоченной в эмали ПФ-115, разведенной лаковым бензином до вязкости 22 сек по вискозиметру ВЗ-4. При отсутствии эмалей их можно заменить натуральной олифой.

Многократная протирка не допускается, так как муаровые поверхности приобретают неравномерный блеск, рисунок нарушается, становится гладким.

21.2.12. Окраска и лакирование древесины

Подготовку деревянных поверхностей к отделке любого вида следует начинать с сухого шлифования поверхности.

Дерево шлифуют бумажной стеклянной шкуркой или наждачными шкурками крупных и средних номеров (шкурка мелких номеров загрязняет поверхность). Шкурки на полотне применяют лишь при шлифовании поверхности шлифовальной машиной. При шлифовании не следует сильно прижимать шкурку к поверхности дерева.

Поверхность под отделку лаком или политурой при условии сохранения текстуры древесины шлифовать вдоль волокон во избежание образования трудноудаляемых поперечных царапин.

После сухого шлифования шкуркой поверхность должна быть гладкой, чистой и шелковистой на ощупь. Для удаления приглаженных обрывков волокон древесины поверхность смочить горячей водой, а после высыхания отделившиеся обрывки волокон удалить, затем вновь отшлифовать поверхность, слегка нажимая на шкурку.

Деревянные поверхности, подлежащие в дальнейшем окраске масляными эмалями, шлифования шкуркой обычно не требуют, а если это необходимо, то шлифуют их вдоль и поперек волокна, так как пленка масляной эмали закрывает все погрешности шлифования.

Для получения надежных покрытий необходимо, чтобы древесина при температуре 20°С имела влажность не выше 10—12%.

Покрытия по древесине имеют два основных вида.

Кроющее покрытие (окраска), называемое малярной отделкой, закрывает текстуру дерева. Оно создает хороший внешний вид, защищает от атмосферных влияний и гниения, повышает водостойкость. Для такого покрытия следует применять лакокрасочные покрытия (масляные, нитроцеллюлозные и перхлорвиниловые).

Прозрачное покрытие (лакировка и полировка), называемое столярной отделкой, текстуру дерева не закрывает, а, наоборот, подчеркивает. Для таких покрытий применяются нитроцеллюлозные и спиртовые лаки и политуры.

Окрашивание древесины производится в такой последовательности:

грунтование;
сушка естественная;
местное шпатлевание;
сушка естественная;
шлифовка зашпатлеванных мест;
сушка или обдувка сжатым воздухом;
сплошное шпатлевание;
сушка естественная;
шлифование;

обдувка сжатым воздухом;
окраска первая;
сушка естественная;
окраска вторая;
сушка естественная или горячая.

Лакирование масляными, спиртовыми и нитроцеллюлозными лаками следует производить по подготовленной, т. е. окрашенной красителем или бейцем, или просто тщательно отшлифованной поверхности после заполнения пор.

Масляный лак наносить кистью или краскораспылителем в три слоя с промежуточной сушкой и шлифованием пемзой каждого слоя.

Ввиду длительных сроков сушки масляных лаков этот способ рекомендуется заменять покрытием нитролаками.

Нитролак следует наносить краскораспылителем от 2 до 6 слоев с промежуточным шлифованием шкуркой каждого слоя.

После лакирования изделие сушить при температуре 50—60°С; более высокая температура недопустима, так как снижает прочность склейки древесины столярным клеем.

21.2.13. Сушка лакокрасочных покрытий

Высыхание лакокрасочного материала представляет собой процесс превращения тонкого и жидкого слоя, нанесенного на поверхность, в твердую пленку. В первый момент высыхания происходит удаление из состава лакокрасочного материала его летучей части (разбавителя и растворителя). Некоторые лакокрасочные материалы (спиртовые, нитроцеллюлозные, перхлорвиниловые лаки и эмали) при полном удалении летучей части высыхают окончательно.

Превращение покрытия лакокрасочными материалами на масляной основе в твердую пленку происходит за счет сложных химических реакций, протекающих в процессе дальнейшего высыхания. Этот процесс протекает довольно длительное время (24—48 ч), поэтому в целях его ускорения следует применять искусственную сушку лакокрасочных материалов, т. е. сушку при повышенной температуре.

Сушка при повышенной температуре не только сокращает время высыхания лакокрасочных материалов, но и повышает качество их пленок. Особенно большое значение имеет горячая сушка для слоя грунта.

Высшая допустимая температура сушки определяется свойствами лакокрасочного материала. Нитролаки и нитроэмали нельзя сушить при температуре выше 60°С, масляные эмали — выше 120°С, эмалевые — выше 130°С. Специальные асфальтовые лаки выдерживают сушку при температуре 250—300°С.

Иногда температура сушки ограничивается материалом деталей или изделий. Окрашенные деревянные поверхности не

следует сушить при температуре выше 60—70°С, так как это может вызвать растрескивание дерева, выделение смолы и образование пузырей на пленке.

Температура сушки клееных деревянных узлов во избежание их коробления не должна превышать 50—55°С.

Искусственную сушку лакокрасочных покрытий производят в сушильных шкафах и камерах различных типов и конструкций методами конвекции и облучения.

Режимы сушки лакокрасочных материалов указаны в приложении 35.

21.2.14. Контроль окрасочных работ и качества лакокрасочных пленок

а) Контроль окрасочных работ

Контролировать окрасочные работы нужно после каждой операции процесса окраски изделий.

При контроле необходимо следить за тем, чтобы:

металлическая поверхность перед нанесением грунта была сухой и тщательно очищенной от ржавчины, окалины, масляных и других загрязнений;

деревянная поверхность была сухой, гладко простроганной и очищенной от всякого рода загрязнений;

слой нанесенного грунта был тонким, ровным и сплошным;

последующий слой лакокрасочного материала был нанесен на хорошо высушенный предыдущий слой;

толщина нанесенного слоя шпатлевки была не более 0,5—1 мм, а в местах завалов 2—3 мм;

последующие слои шпатлевки или эмали были нанесены на зашлифованный и начисто протертый от шлифовочной пыли предыдущий слой шпатлевки;

последний слой шпатлевки после ее шлифовки был ровным и гладким;

лакокрасочное покрытие после окончательной отделки не имело штрихов, потеков и других дефектов.

б) Основные требования лакокрасочным покрытиям

1. Покрытие должно быть нанесено сплошным ровным слоем без потеков и пузырей, морщин, пропусков, оспин, трещин и царапин при строгом соблюдении режимов технологического процесса.

2. Цвет лакокрасочного покрытия должен соответствовать эталонному образцу.

3. Пленка покрытия, высохшая в течение времени, необходимого для данного вида покрытия, не должна отлипать при нажатии пальцем и оставлять следов.

4. Эмаль должна хорошо сцепляться с грунтом, а грунт с окрашиваемой поверхностью.

5. Пленка покрытия не должна отслаиваться, растрескиваться, шелушиться.

6. Допускаются мелкие волосяные царапины длиной не более 20 мм в количестве не более одной на 5 $см^2$ поверхности.

7. Не допускаются следующие дефекты лакокрасочного покрытия:

непокрытые места на поверхности, подлежащей окраске;

просвечивание грунта или подложки (подложкой называется материал, на который наносится покрытие);

включения, резко выделяющиеся на общем фоне окрашенной поверхности;

набухание, помутнение, побеление или отслаивание пленки.

в) Контроль качества лакокрасочного покрытия

Практически различные свойства пленок лакокрасочных материалов, нанесенных на поверхность изделий, контролируют после окончательного их высыхания и охлаждения до температуры окружающей среды.

Степень прилипания (адгезию) пленок к твердым поверхностям определяют сопротивлением пленок к отделению их от поверхности изделия. Отделяют пленку за край угла крестообразного надреза. Если пленку можно легко отделить от поверхности, то адгезия считается плохой.

Эластичность пленок определяют по виду стружки пленки при срезании ее острым ножом. Если стружка не крошится, не слипается, а упруго вьется, то пленка считается эластичной.

Практическое высыхание, т. е. высыхание пленки, которое позволяет наносить на нее следующий слой лакокрасочного материала, определяют нажимом большого пальца на пленку. Пленка считается практически высохшей, если на ее поверхности не остается отпечатка пальца.

Отлипание пленки, т. е. ее способность после высыхания прилипать к предметам, определяют прикосновением руки. Если рука прилипает к поверхности пленки, то считают, что пленка не удовлетворяет требованиям на отлипание.

Основные дефекты лакокрасочных покрытий и причины их появления приведены в табл. 60.

Таблица 60

Основные дефекты лакокрасочных покрытий и причины их возникновения

Основные дефекты покрытия	Причины появления дефектов покрытия
Грунтовка и окраска	
Плохое сцепление грунтовки с поверхностью	Недостаточно хорошая очистка поверхности металла (жиры, грязь, вода)
На покрытии образуются наплывы, потеки, складки, морщинистость	а) Пониженная вязкость грунтовки или эмали. б) Недостаточное давление сжатого воздуха. в) Низкая температура помещения или грунтовки и эмали. г) Грунтовка или эмаль нанесена толстым слоем. д) Расстояние распылителя до окрашиваемой поверхности слишком мало
Сорность покрытия	а) Грунтовка или эмаль недостаточно профильтрованы. б) Лакокрасочные материалы нанесены на засоренную пыльную поверхность. в) Плохой отсос красочного тумана и загрязненность оборудования. г) Пыль в воздухе малярного цеха
Побеление пленки	а) Повышенная влажность воздуха в помещении цеха. б) Низкая температура воздуха в цехе
На покрытии сетка трещин	Эмаль наносится на изделия, имеющие значительно более низкую температуру, чем температура воздуха цеха
На покрытии имеются пузыри	а) При переносе окрашенных изделий из холодного помещения в сильно нагретые печи. б) При нанесении эмали на влажную поверхность
Покрытие имеет разнотонный колер	а) Эмаль недостаточно перемешана в таре. б) Наличие отклонений от принятого режима сушки
Пленка эмали пористая	а) Эмаль имеет в своем составе воду. б) Пленка эмали подвергалась быстрой сушке
Эмаль имеет слабое сцепление с грунтовкой	а) Эмаль нанесена на пересохшую грунтовку. б) Эмаль нанесена на загрязненную грунтовку

Продолжение

Основные дефекты покрытия	Причины появления дефектов покрытия
Впитываемость пленки при окраске деревянных поверхностей	а) Высокая пористость покрываемого материала. б) Низкая вязкость краски
Эмаль после нанесения меняет на поверхности цвет	Эмаль нанесена толстым слоем, что ведет к подрастворению грунтовки или смешению с нею
На покрытии отсутствует глянец	а) Эмаль содержит избыток растворителя. б) Эмаль высыхает при низкой температуре. в) Эмаль нанесена на толстый слой шпатлевки. г) Эмаль содержит быстролетучие растворители
Пленка липкая и размягчается	а) Эмаль имеет излишек сиккатива. б) Избыток в краске пластификатора (нитрокраски, нитролаки, смоляные краски). в) Эмаль составлена на невысыхающих маслах (масляные лаки и краски). г) Эмаль имеет в своем составе нелетучие остатки растворителя (осмолившийся скипидар и др.)
Покрытие или грунтовка медленно сохнет	а) Грунтовка нанесена на поверхность, которая загрязнена минеральными маслами. б) Грунтовка или эмаль нанесена слишком толстым слоем. в) Грунтовка или эмаль нанесена при повышенной относительной влажности воздуха. г) Плохой отсос выделяющихся паров растворителя. д) Недоброкачественная эмаль
Шпатлевание	
Шпатлевка отстает от грунтовки	На пленке грунтовки имеются жировые загрязнения
Шпатлевка медленно высыхает	а) Нанесена слишком толстым слоем. б) Повышенная влажность воздуха в цехе. в) Недоброкачественная шпатлевка
Растрескивание слоя шпатлевки после высыхания	Шпатлевка нанесена толстым слоем
При шлифовании шпатлевки происходит быстрое засаливание (загрязнение) шкурки	Слой шпатлевки недостаточно просушен
На зашпатлеванной поверхности после шлифования наличие рисок, царапин, обнажения металла	Неправильно выбран номер абразивного материала (шлифовальной шкурки)

21.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЯХ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

21.3.1. Общие указания

Ремонт защитных покрытий (оксидного, фосфатного или фосфатолакового) на металлических деталях и сборках 7,62-мм автоматов АК и АКМ, 7,62-мм пулеметов Калашникова, РПК, РПКС и гранатометов производится без удаления остатков старого покрытия. На детали и сборки оружия с изношенным защитным покрытием наносят слой фосфатирующего грунта ВЛ-02, после высыхания которого наносят слой лака на основе поливинилбутираля с добавкой нигрозина.

На деталях остального стрелкового оружия, а также артиллерийского, ракетного и радиотехнического вооружения ремонт защитного (оксидного, фосфатного и фосфатолакового) покрытия производить только на наружных поверхностях, не взаимодействующих с деталями подвижных частей и механизмов. Оружие с оксидным покрытием, восстановленным указанным способом, на хранение не закладывать.

Грунтовать и лакировать детали (сборки) рекомендуется в помещении при температуре воздуха не ниже 15°С. Грунтовать и лакировать при температуре воздуха более 35°С не рекомендуется.

Нанесение покрытия производить методом пульверизации, для чего использовать сжатый воздух давлением 2,5—4,0 кгс/см^2 от компрессора, имеющего водомаслоотделитель.

21.3.2. Приготовление фосфатирующего грунта ВЛ-02

Фосфатирующий грунт ВЛ-02 представляет собой смесь основы и кислотного разбавителя. Грунт готовят непосредственно перед грунтованием, основу следует смешать с кислотным разбавителем в отношении 4 : 1.

Цвет основы — зеленовато-желтый, кислотный разбавитель — прозрачная бесцветная жидкость.

Приготовление и хранение готового грунта ВЛ-02 разрешается производить в стеклянной посуде, имеющей крышку.

В стеклянную посуду влить необходимое количество основы. При взятии основы из тары основу следует перемешать до полного устранения осадка на дне тары.

Кислотный разбавитель взвесить в отдельной стеклянной посуде и затем влить его небольшими порциями в основу при тщательном перемешивании их.

После выдержки 20—30 мин грунт разбавить сольвентом (или его заменителями — толуолом, ксилолом) до рабочей вязкости, которая определяется вискозиметром ВЗ-4 и должна быть в пределах 13—15 сек.

Перед нанесением грунта на детали следует сделать техническую пробу: на обезжиренную железную пластинку нанести слой приготовленного грунта. Грунт считается пригодным к применению, если время высыхания при температуре 18—23°С составляет не более 15 мин. По внешнему виду грунт должен представлять собой матовую или полуглянцевую пленку зеленовато-желтого цвета.

Следует помнить, что жизнеспособность грунта после смешивания с разбавителем со времени приготовления составляет при температуре от —10 до +10°С 24 ч, от 10 до 20°С 8 ч, от 20 до 30°С 6 ч.

21.3.3. Приготовление лака

Отвесить необходимое количество нигрозина из расчета 12—14 г нигрозина на 1 л растворителя, просушить его в металлической посуде на электроплитке в течение 10—15 мин, а затем охладить до температуры помещения.

Высушенный нигрозин засыпать небольшими порциями в посуду с растворителем 646, тщательно перемешивая деревянной лопаточкой, и выдержать в закрытой посуде 24 ч.

Отфильтровать раствор от нерастворившегося нигрозина через марлю, сложенную вчетверо, и слой ваты.

Отвесить необходимое количество порошка поливинилбутираля (из расчета 50 г на 1 л раствора нигрозина в растворителе 646) и, тщательно перемешивая, ввести порошок поливинилбутираля в раствор небольшими порциями.

Каждая новая порция вводится в раствор после того, как на поверхности раствора не останется порошка поливинилбутираля от предыдущей загрузки. Плотно закрыть крышкой емкость с раствором.

Через каждые 3—4 ч раствор перемешивать.

Через 24 ч готовый лак отфильтровать через два слоя марли и определить вязкость. При температуре 18—23°С рабочая вязкость лака должна быть 13—16 сек по ВЗ-4. Для разбавления лака применять растворитель 646.

Приготовление лака и его хранение производить в посуде, исключающей испарение растворителя.

Перед нанесением защитного покрытия следует взять техническую пробу: на обезжиренную железную пластинку нанести слой приготовленного лака. Лак считать пригодным к применению, если покрытие сплошное, без посторонних включений, непролакированных участков, а также без отслоения, сколов и шелушения лаковой пленки. Цвет покрытия — черный.

Процесс нанесения покрытия приведен применительно к автомату АКМ. Нанесение покрытия на другие образцы оружия осуществляется аналогично.

21.3.4. Подготовка оружия

1. Произвести неполную разборку изделия согласно НСД и дополнительно отделить от ствола цевье.

2. Очистить детали и сборки от смазки насухо.

3. Обезжирить детали и сборки, погружая их последовательно в две ванны с уайт-спиритом и протирая щетками и ершами. При выступании смазки из неразъемных соединений дополнительно протереть эти места ветошью, смоченной уайт-спиритом.

4. Обдуть детали и сборки сжатым воздухом до полного удаления уайт-спирита.

5. Изолировать бумагой деревянные и пластмассовые детали от попадания грунта и лака, закрепив ее нитками.

6. Заткнуть пробками канал ствола, газовую камору и другие отверстия для предохранения их от попадания лака.

7. Протереть детали и сборки ветошью, смоченной уайт-спиритом, повесить детали и сборки на крючки или положить их на стеллажи (подстилку) и выдержать на воздухе не менее 1 мин.

Качество очистки поверхности от грязи, влаги и масляных пятен проверить путем протирки поверхностей детали чистой фильтровальной бумагой или отбеленной хлопчатобумажной салфеткой; поверхность считается чистой, если на фильтровальной бумаге или на салфетке не останется загрязнений.

Подвешенные (разложенные) детали руками без перчаток не трогать.

21.3.5. Грунтование

1. Нанести краскораспылителем приготовленный фосфатирующий грунт ВЛ-02 на подготовленные детали и сборки изделия.

Грунт наносить слоем, только перекрывающим блеск металла. Слой грунта должен быть равномерным по всей поверхности детали и не иметь потеков.

На ствольную коробку грунт наносить при надетой крышке ствольной коробки.

Попадание грунта на ударно-спусковой механизм изделия нежелательно.

Магазины грунтовать в собранном виде.

2. Просушить на воздухе детали и сборки 30—40 мин.

3. Снять крышку ствольной коробки, перевести переводчик предохранителя из одного положения в другое и нанести грунт на непокрытые места деталей и сборок.

Просушить детали и сборки при температуре помещения в течение 1 ч.

Примечание. Поршень затворной рамы не грунтовать и не лакировать.

21.3.6. Лакирование

1. Краскораспылителем нанести приготовленный лак на загрунтованные поверхности деталей и сборок равномерным однотонным слоем. При этом ствольную коробку лакировать без крышки ствольной коробки.

2. Просушить на воздухе детали и сборки не менее 1 ч.

3. Нанести лак на непокрытые места деталей и сборок.

4. Окончательно просушить детали и сборки при температуре помещения в течение 2—3 ч.

5. Снять защитные бумажные чехлы и удалить пробки.

21.3.7. Сборка и проверка

Смазать металлические детали и сборки жидкой ружейной смазкой.

Собрать образцы и проверить взаимодействие их механизмов с применением учебных патронов, при этом проверку производить с каждым комплектным магазином. Качество покрытия проверяется отстрелом, для чего не менее двух образцов (от количества оружия с восстановленным покрытием за сутки) отстрелять по 10 патронов для проверки взаимодействия механизмов.

Отказы по вине лакового покрытия не допускаются.

Примечание. Рекомендуется нормальную эксплуатацию оружия начинать через 24 ч после нанесения лака.

21.3.8. Контроль качества покрытия

Контроль качества покрытия производится через 2—3 ч после нанесения покрытия.

а) По внешнему виду. Покрытие должно быть сплошным, прочным, чистым и черного цвета, без отслоений, сколов и шелушения.

б) Коррозионная стойкость. Испытание проводить только при освоении. В стакан вливается 3% раствор поваренной соли в дистиллированной воде из расчета не менее 20 мл раствора на каждый 1 $см^2$ поверхности испытываемой детали. Погрузить деталь в раствор так, чтобы верхняя ее часть была ниже уровня жидкости не менее чем на 50 мм. Выдержать деталь в растворе 5 ч. Вынуть деталь из раствора и промыть ее в воде. Осмотреть деталь невооруженным глазом. Пятна и точки ржавчины на детали не допускаются.

в) Механическая прочность. Испытание проводить только при освоении в мастерской соединения.

Соединить воронку со стеклянной трубкой диаметром 8 мм и длиной 500 мм и закрепить их вертикально в штативе. Под нижний конец трубки положить деталь так, чтобы испытыва-

мая поверхность детали была под углом 43—45° к оси трубки и между трубкой и этой поверхностью было расстояние 100 мм.

Приготовить смесь порошков электрокорунда (зерна № 50 и 65, смешанные в соотношении 1 : 1).

Пропустить 500 г смеси порошка через трубку на испытываемую поверхность детали.

Протереть ватой от пыли испытываемую поверхность и нанести на это место пипеткой каплю 0,5% раствора медного купороса, нейтрализованного окисью меди.

Через 30 с удалить каплю раствора путем промокания фильтровальной бумагой и осмотреть поверхность невооруженным глазом.

На месте капли обнаружение меди не допускается.

21.3.8. Меры безопасности

В помещении для работы необходимо иметь вентиляцию и достаточную освещенность рабочих мест. Летом разрешается проводить работы на открытом воздухе.

При работе соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные при выполнении малярных (окрасочных) работ.

Приготовление компонентов покрытия производить в вытяжном шкафу или в помещении с хорошей вентиляцией, работая в защитных очках.

При работе с материалами и компонентами покрытия необходимо предупреждать попадание их на кожу. При попадании на кожу удалить их следы марлевым тампоном, а затем участок кожи обмыть водой с туалетным мылом.

После работы и перед приемом пищи руки мыть теплой водой с туалетным мылом.

Личный состав, систематически работающий с компонентами грунта и лака, а также занятый грунтованием и лакированием, должен применять биологические перчатки следующего состава: казеин ГОСТ 17626—72—300 г; глицерин ГОСТ 6259—75—300 г; аммиак ГОСТ 3760—79—10 мл; этиловый спирт ГОСТ 18300—72—850 г; вода — 850 г.

Этот состав предохраняет кожу рук от вредного воздействия растворителей и лакокрасочных материалов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПЕРЕЧНИ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ ВООРУЖЕНИЯ И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

1. Перечень работ при ремонте вооружения

№ раздела (подраздела) руководства	Работы, предусмотренные Общим руководством	Работы, выполняемые в ремонтном органе		
		части	соединения	объединения
3.2, приложение 3	Отыскание неисправностей в изделии в собранном виде	+	+	+
	Отыскание неисправностей в составных частях, снятых с изделия	+	+	+
4	Разборка изделия в объеме, необходимом для устранения неисправностей	+	+	+
4	Сборка изделия	+	+	+
5	Изготовление металлических и пластмассовых деталей с применением механической обработки:			
	точения	+	+	+
	сверления	+	+	+
	фрезерования	+	+	+
5, приложение 9	Притирка деталей с помощью шлифующих материалов	+	+	+
5, приложения 10, 11, 12	Сварка и наплавка металлических деталей:			
	с помощью электродуговой сварки	+	+	+
	с помощью газовой сварки	—	+	+
5, приложение 11	Сварка алюминиевых деталей с помощью аргонодуговой и плазменной сварки	—	+	+
5, приложение 13	Цементация деталей	—	—	+
5, приложения 14, 15, 16	Термическая обработка стальных деталей	—	+	+
	Термическая обработка под категорию твердости	—	—	+
5, приложение 17	Изготовление винтовых пружин	—	+	+

Продолжение

№ раздела (подраздела) руководства	Работы, предусмотренные Общим руководством	Работы, выполняемые в ремонтном органе		
		части	соединения	объединения
6.1	Ремонт металлических деталей, имеющих забоины, задирины, вмятины и изгибы	+	+	+
6.1	Восстановление сломанных металлических деталей	+	+	+
6.2	Ремонт металлических деталей с пробоинами и трещинами постановкой накладок, штифтов, заклепок	+	+	+
6.2, приложение 18	Выполнение клепальных работ	+	+	+
6.3	Очистка стальных деталей от ржавчины с помощью ветоши, смоченной уайт-спиритом, маслом АУ или смазкой, суконки с порошком древесного угля, шлифовального порошка или шкурки, проволочной щетки	+	+	+
6.3, приложение 4	Очистка стальных деталей от ржавчины химическим способом	—	+	+
6.4	Восстановление надписей на деталях, заполнение гравировки густотертыми красками	+	+	+
6.5	Ремонт пластмассовых деталей:			
	газовой сваркой	—	—	+
	сваркой с помощью нагревателя (заплавка кабелей, сваривание пленок)	+	+	+
	склеиванием	+	+	+
	восстановлением с помощью самотвердеющих смол	+	+	+
6.6	Ремонт и изготовление деревянных деталей	+	+	+
6.7, приложение 23	Ремонт уплотнений	+	+	+
6.8	Ремонт изделий из кожи и ткани	+	+	+
7.1, приложение 26	Ремонт зубчатых и червячных передач, в том числе ремонт зубьев наплавкой, постановкой штырей и вставок	—	+	+
7.2	Ремонт резьбовых соединений:			
	исправлением резьбы плашкой, метчиком, шабером	+	+	+
	нарезкой в отверстиях новой резьбы большего диаметра	+	+	+
	сверлением и нарезкой резьбовых отверстий в новом месте	+	+	+
	заваркой и наплавкой с последующей нарезкой резьбы	—	+	+
	постановкой резьбовых втулок	—	+	+

Продолжение

№ раздела (подраздела) руководства	Работы, предусмотренные Общим руководством	Работы, выполняемые в ремонтном органе		
		части	соединения	объединения
7.3	Ремонт шпоночных соединений:			
	расчисткой шпоночной канавки и изготовлением шпонки увеличенных размеров	+	+	+
	восстановлением шпоночной канавки наплавкой или изготовлением новой канавки	—	+	+
7.4	Ремонт шлицевых соединений	—	+	+
7.5	Ремонт соединений квадратов и многогранников	+	+	+
7.6	Ремонт штифтовых соединений	+	+	+
7.7	Ремонт заклепочных соединений	+	+	+
7.8, приложение 28	Ремонт сопрягаемых поверхностей осей (валов) с отверстиями в деталях (втулках)	—	+	+
7.9, приложение 27	Ремонт подшипников качения:			
	зачисткой забоин, царапин на телах качения и на беговых дорожках	+	+	+
	зачисткой мест с отслоениями хрома	+	+	+
	выправлением погнутых лапок сепаратора	+	+	+
	заменой упорных подшипников кольцами	—	+	+
приложение 19	восстановлением посадочных мест для подшипников	—	+	+
7.10	Ремонт торсионных валиков	+	+	+
7.11	Ремонт крепежных деталей	+	+	+
7.12, приложение 17	Ремонт пружин	—	+	+
7.13	Ремонт шариковых масленок	+	+	+
7.14	Ремонт цепочек	+	+	+
8	Ремонт подъемных, уравновешивающих и поворотных механизмов	+	+	+
9	Ремонт тормозных систем и колесных ходов:			
	обработка фрикционных накладок тормозных колодок	—	+	+
	восстановление разжимных кулаков	—	+	+
	постановка втулок в ступицу колеса	—	+	+
	изготовление пружин	—	+	+
	остальные ремонтные работы, предусмотренные в разд. 9	+	+	+
10, приложение 24	Ремонт гидравлических и пневматических устройств:			
	ремонт силовых цилиндров, гидродомкратов, шлангов и трубопроводов постановкой вставок и накладок	—	+	+

Продолжение

№ раздела (подраздела) руководства	Работы, предусмотренные Общим руководством	Работы, выполняемые в ремонтном органе		
		части	соединения	объединения
	ремонт штоков и восстановление посадочных мест заливкой баббита	—	+	+
приложение 9	ремонт клапанов, вентилей, фильтров и кранов	+	+	+
	работы по очистке и противокоррозионной обработке внутренних поверхностей баллонов и трубопроводов для обеспечения требуемой влажности воздуха	—	+	+
приложение 25	испытания гидравлических и пневматических устройств на герметичность и прочность	—	+	+
	изготовление пружин	—	+	+
	остальные ремонтные работы, предусмотренные в разд. 10	+	+	+
11, приложение 33	Ремонт резисторов, конденсаторов, переключателей, выключателей и кнопок, полупроводниковых приборов и проверка их параметров. Ремонт селеновых выпрямителей (в том числе формовка и восстановление закороченных вентилей) и проверка их параметров	+	+	+
12	Ремонт электрического монтажа и проверка качества электромонтажных работ	+	+	+
13.1	Ремонт высокочастотных кабелей	+	+	+
13.2	Ремонт низкочастотных кабелей (за исключением вулканизации изоляции кабеля)	+	+	+
	Вулканизация резиновой изоляции низкочастотных кабелей	—	+	+
13.3	Ремонт штепсельных разъемов	+	+	+
14.1—14.6	Ремонт коллекторов, контактных колец, щеток, щеткодержателей, станин, подшипниковых щитов, крышек, обмоток электромашин. Сушка обмоток	—	+	+
14.6	Намагничивание генераторов постоянного тока	+	+	+
14.7	Испытания электрических машин после сборки	+	+	+
14.8—14.13	Проверка и устранение неисправностей сельсинов и вращающихся трансформаторов	—	—	+

Продолжение

№ раздела (подраздела) руководства	Работы, предусмотренные Общим руководством	Работы, выполняемые в ремонтном органе		
		части	соединения	объединения
14.14	Испытания сельсинов и вращающихся трансформаторов после ремонта:	—	—	+
	проверка момента трения возбужденного сельсина	—	—	+
	проверка максимального и удельного статических моментов сельсинов-приемников	—	—	+
	проверка времени успокоения	—	—	+
	проверка тока возбуждения и максимального вторичного напряжения	—	—	+
15	Ремонт трансформаторов и дросселей	—	+	+
16	Ремонт электромагнитных реле, контакторов, пускателей, автоматов и регуляторов напряжения	+	+	+
17.1	Изготовление и ремонт каркасов катушек и трансформаторов	+	+	+
17.2, 17.3	Намотка обмоток трансформаторов и катушек на намоточном станке или вручную	+	+	+
18.2	Пропитка и лакировка обмоток трансформаторов и дросселей	—	—	+
18.3	Заливка собранных трансформаторов и дросселей компаундами	—	—	+
18.4	Бакелизация деталей из гетинакса, текстолита и других изоляционных материалов	—	—	+
19	Ремонт кузовов	+	+	+
20	Ремонт отопительных установок за исключением работ, связанных с заваркой топливопроводов, топливных бачков, воздухопроводов и т. п. и с изготовлением пружин	+	+	+
	Заварка топливопроводов, топливных бачков, воздухопроводов и изготовление пружин	—	+	+
21.2	Восстановление лакокрасочных покрытий:			
	подготовка к покраске	+	+	+
	окраска кистями	+	+	+
	окраска краскораспылителем	—	+	+
	окраска окунанием	+	+	+
21.3	Восстановление защитных покрытий на деталях стрелкового оружия нанесением фосфатирующего грунта ВЛ-02 и лака	—	+	+

2. Перечень * применяемого оборудования, приборов, приспособлений и специального инструмеита

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Оборудование					
Компрессор с масловодоотделителем типа О-39А, СО-7А	Для выдачи сжатого воздуха давлением до 5 кгс/см²	—	+	+	
Пистолет-краскораспылитель типа О-45, СО-71	Для нанесения лакокрасочных покрытий	—	+	+	
Шкаф сушильный лабораторный СНОЛ 3,5. 3,5. 3,5/3 или 2,5. 2,5. 2,5/2-М2	Для сушки деталей и лакокрасочных покрытий	—	+	+	
Электропылесос «Уралец» ГОСТ 10280—75 или щетка «Ветерок»	Для удаления пыли с деталей и сборочных единиц изделий	+	+	+	
Электровулканизатор с комплектом пресс-форм 6ДК399001 или 12У1201-5927000 (-01, -02, -03)	Для ремонта наружной изоляции кабелей	—	+	+	
Воздушно-гидравлический насос 52-И-035 на давление до 60 кгс/см²	Для гидравлических и пневматических испытаний сосудов и наполнения противооткатного устройства жидкостью и воздухом	+	+	+	
Насос гидравлический ручной на давление 625 кгс/см², черт. № 1840, 12У9-99	Для гидравлических испытаний	+	+	+	
Баллон для воздуха 40—150 л ГОСТ 949—73	Для пневматических испытаний	+	+	+	
Редуктор КБО-60 $\frac{200}{1-15}$ с манометрами на 250 кгс/см², кл. 4 и 25 кгс/см², кл. 2,5 ГОСТ 6268—68					

* В настоящий перечень не включены имеющиеся в ремонтных органах станочное, сварочное и кузнечное оборудование, слесарно- и электромонтажный инструмент общего назначения, инструмент для обработки резанием (резцы, фрезы, сверла и т. п.).

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Компрессорная станция	Для пневматических испытаний и обеспечения требуемой влажности воздуха в баллонах	+	+	—	Используется штатная компрессорная станция 8Г33У
Индикатор влажности 8Ш31	Для проверки влажности воздуха	+	+	—	В части и соединении используется штатный индикатор влажности 8Ш31
Станок намоточный типа СН-1	Для намотки катушек дросселей, реле, трансформаторов и электромагнитов	—	+	+	
Аппарат ВЧФ5-3	Для обнаружения короткозамкнутых витков обмоток машин и проверки прочности межвитковой изоляции	—	—	+	
Зарядно-разрядное устройство УЗР-15	Для зарядки аккумуляторов напряжением 6, 12 и 24 В. Является источником постоянного тока для питания электрических схем проверки электрооборудования постоянным током	+	+	+	
Стенд для испытания электродвигателей под нагрузкой 271ЭМ-112	Для испытаний маломощных двигателей (до 1 кВт) постоянного и переменного тока	—	—	+	
Стенд для проверки реле и контакторов 12ФА2-2-00 или 271ТР-104	Для проверки и регулировки реле постоянного и переменного тока, тепловых реле, контакторов и автоматов	—	+	+	
Стенд	Для проверки момента трения сельсинов				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 181

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Пресс усилием 250 кгс с комплектом оправок	Для запрессовки подшипников	—	—	+	
Пресс гидравлический вертикальный ручной МО-5012, ОКС-030, ГП-10, 2153М2 с комплектом приспособлений	Для снятия и запрессовки подшипников усилием до 10 тс	+	+	+	
Разметочная плита 400×400 или 250×250 ГОСТ 10905—75	Для разметочных работ	+	+	+	
Электрошлифовалка с гибким валом (с шлифовальными кругами) С-475 или И2004	Для удаления ржавчины, окалины и старой краски с деталей	+	+	+	
Машина сверлильная типа ИЭ1017А (ИЭ6002, ИЭ1033)	Для сверления отверстий диаметром до 16—23 мм	+	+	+	
Ящик сварной	Для цементации деталей				Изготовляется в ремонтном органе; размеры указаны в приложении 13
Ванны 12ФА2349	Для пропитки обмоток	—	—	+	
Сетчатые корзины	Для пропитки обмоток мелких катушек и дросселей, а также обезжиривания мелких деталей в ваннах (баках)				Изготовляются в ремонтном органе
Комплект ванн 49101-4929000	Для обезжиривания мелких деталей, мойки и смазки окунанием. Для лакокрасочного покрытия деталей окунанием	+	+	+	
Ванна для растворителей (противни для мойки деталей)	Для обезжиривания деталей	+	+	+	
Ванна травильная типа 364Г-2401040	Для очистки деталей от ржавчины химическим способом	—	—	+	

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Ванна промывочная типа 364Г-2401000	Для промывки и пассивации деталей	—	—	+	
Приборы					
Ампервольтомметр Ц4312, кл. 1,0 на постоянном токе, кл. 1,5 на переменном токе. Пределы измерения: тока 0—6 А, напряжения 0—900 В, сопротивления 0,2—3000 Ом	Для измерения величин тока, напряжения и сопротивления электро- и радиоэлементов. Для проверки наличия контакта в электрических цепях	+	+	+	Допускается применение приборов Ц4313, АВО-5М1, Ц56, Ц57
Вольтамперметр М253 или М2038, кл. 0,5, пределы измерения: 0—150 мА — 3 А, 0—15—3000 мВ — 600 В	Применяется в схемах проверки обмотки якоря машины и схемах включения электромашин	—	—	+	
	Применяется в схеме формовки электролитических конденсаторов и выпрямителей	—	—	+	
Фазоуказатель И517	Для определения порядка чередования фаз в цепях переменного тока	—	+	+	
Частотомеры Д126 (Д506), кл. 1,5, пределы измерения: 45—55 Гц, 350—450 Гц при напряжении 127, 220 и 380 В	Для измерения частоты тока при проверке и испытании агрегатов питания	—	+	+	
Комплект электроизмерительных приборов ЧК-1, кл. 1,0, пределы измерения: 0,3—150 А, 0,75—600 В	Измерение тока и напряжения в цепях постоянного тока	—	+	+	
Комплект электроизмерительных приборов К505 (К50), кл. 0,5, пределы измерения: 0,5—600 А, 30—600 В, до 360 кВт	Измерение тока, напряжения и активной мощности в цепях переменного тока	—	+	+	

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Аккумуляторный пробник М269	Для измерения напряжения на клеммах аккумуляторных батарей	—	+	+	
Омметр М218 или Ф410, кл. 2,5, пределы измерения сопротивления: 0,1 Ом — 10 МОм	Для измерения величин сопротивления и проверки наличия контакта в электрических цепях	—	—	+	
Мегаомметр М4100/1,3—5 кл. 1,0, пределы измерения: 0—500 МОм на 100, 250, 500, 1000, 2500 В	Для измерения сопротивления изоляции электрорадиоэлементов	—	+	+	Допускается применение мегаомметра М1101, М4121
Реостаты РСП-1, РСП-2, РСП-3, РСП-4	Применяются в схемах проверок электрооборудования	+	+	+	
Мост постоянного тока Р333	Для измерения сопротивлений в электрических цепях, определения мест повреждения кабеля	—	+	+	
Лабораторный автотрансформатор ЛАТР-1М и ЛАТР-2М	Для включения в схемы проверки и испытания электрооборудования	—	+	+	
Автотрансформатор АТСН-16-220—75	То же	—	—	+	
Регулятор напряжения РНО-250-2 и РНТ-250-5	»	—	+	+	
Выпрямительное устройство ВСА-5К	Источник питания при испытаниях электрооборудования и при зарядке аккумуляторных батарей	+	+	+	
Универсальный источник питания УИП-1 или УПИП	Источник питания электроэнергией схем при проверке и испытании электрооборудования	—	+	+	

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Вольтомметр ВУ, В7-15 или ВК7-9, кл. 2,5 на постоянном токе, кл. 4 на переменном токе; пределы измерения напряжения постоянного тока 0,1—500 В, напряжения переменного тока 0,3—1000 В, сопротивления 10 Ом — 1000 МОм	Для измерения напряжений в цепях постоянного и переменного токов и сопротивлений электрорадиоэлементов	—	+	+	Допускается замена на В7-17
Универсальный мост Е7-4 (Е12-4) или измеритель индуктивности низкой частоты Е7-2. Погрешность измерения: индуктивности 0,2%, сопротивления 2%, добротности 3%. Пределы измерения: индуктивностей 10^{-5}—1 Г, активных сопротивлений 1—100 Ом, добротностей 1,5—100	Для измерения индуктивности обмоток дросселей и трансформаторов	—	—	+	Допускается применение измерителей индуктивностей Е7-1А или Е7-3, Е7-8
Измеритель параметров полупроводниковых приборов Л2-23, погрешность 5%, или измерители параметров транзисторов Л2-22, Л2-42, Л2-43	Для измерения параметров транзисторов и полупроводниковых диодов	—	+	+	Допускается применение измерителей параметров плоскостных триодов Л2-1, Л2-2
Измеритель параметров электронных ламп Л3-3 (Л1-3)	Для проверки электровакуумных приборов	—	+	+	
Испытатель СВЧ диодов Л2-27		—	+	+	
Манометр 0—2,5, 0—10 и 0—25 кгс/см^2 кл. 2,5 ГОСТ 8625--77	Для измерения давления при пневматических испытаниях	+	+	+	
Микрометр гладкий для наружных измерений, пределы измерения до 100 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 6507—78	Для наружных измерений	+	+	+	

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Микрометр гладкий для наружных измерений, пределы измерения 100—125 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 6507—78	Для наружных измерений	—	+	+	
Микрометр гладкий для наружных измерений, пределы измерения 125—150 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 6507—78	То же	—	—	+	
Микрометр рычажный со вставками, цена деления 0,02 мм, пределы измерения до 100 мм ГОСТ 4380—78	»	—	—	+	
Штангенциркуль, пределы измерения 0—125 мм, величина отсчета по нониусу 0,1 мм ГОСТ 166—80	Для проверки смещения подвижных контактов относительно неподвижных	+	+	+	
Штангенглубиномер, пределы измерения 0—200 мм, величина отсчета по нониусу 0,05 мм ГОСТ 162—80	Для измерения длины глубоких отверстий	—	—	+	
Штангензубомер, пределы измерения модулей от 1 до 18 мм, цена деления 0,02—0,05 мм	Для измерения толщины зубьев шестерен	—	—	+	
Штангенрейсмасс, пределы измерения 0—200 мм ГОСТ 164—80	Для проверки радиального биения валов, штоков, а также для разметки	+	+	+	
Глубиномер микрометрический, пределы измерения 0—100 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 7470—78	Для проверки смещения подвижных контактов относительно неподвижных	—	—	+	
Нутромер микрометрический, пределы измерения 75—600 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 10—75	Для измерения диаметров полости цилиндров	—	—	+	

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Индикаторный нутромер НИ, пределы измерения до 100 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 868—72	Для измерения диаметров полости цилиндров	—	+	+	
Индикаторный нутромер НИ, пределы измерения 100—160 мм, цена деления 0,01 мм ГОСТ 868—72	То же	—	—	+	
Звездка ручная длиной 2000 мм, пределы измерения 30—152 мм	Для измерения диаметров глубоких отверстий	—	—	+	
Штатив универсальный с индикатором часового типа, пределы измерения 0—10 мм или 0—5 мм, цена деления 0,01мм ГОСТ 577—68 или стойка для измерительных головок С-IV ГОСТ 10197—70	Для проверки радиального биения валов, штоков	—	+	+	
Рейсмасс слесарный со стойкой высотой 250 мм	То же	+	+	+	
Щупы, набор № 2 длиной 100 мм ГОСТ 882—75	Для проверки зазора между контактами	—	+	+	
Линейка измерительная длиной 300 мм ГОСТ 427—75	Для линейных измерений	+	+	+	
Квадрант механический К-1 ГОСТ 10908—75 или квадрант оптический КО-30	Для проверки прицелов	+	+	+	
Уровень контрольный ГОСТ 3059—75 или брусковый уровень 200—0,1 ГОСТ 9392—75	То же	+	+	+	
Угломер с нониусом УН ГОСТ 5378—66	Для измерения углов	+	+	+	

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Призмы поверочные II-2-2 и II-1-2 ГОСТ 5641—66	Для проверки радиального биения валов и штоков	—	—	+	
То же, I-3-2	То же	—	+	+	
Шаблон	Для определения износа разжимного кулака колодочного тормоза				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 85
Шаблон для обработки профиля зуба цилиндрических шестерен					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 2 приложения 26
Шаблон для обработки профиля зуба конических шестерен					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 3 приложения 26
Лупа складная семикратного увеличения или наглазная		+	+	+	
Секундомер однострелочный СОПпр-2а-1 или С1-2а на 30 мин, цена деления секундной шкалы 0,2 с ГОСТ 5072—79	Для проверки времени срабатывания реле, определения вязкости лакокрасочных материалов	+	+	+	
Тахометр центробежный ручной ИО-30 или тахометр электронный ТЭ-30-5Р, кл. 3, пределы измерения 30—30000 об/мин	Для проверки числа оборотов электромашин	+	+	+	
Динамометры пружинные, пределы измерения: 2—20, 10—100 кгс	Для определения усилий при вращении рукояток механизмов	+	+	+	
Набор гирь от 10 г до 20 кг ГОСТ 7328—73	То же	—	—	+	
Граммометры 12ФА2-117, 12ФА2-116, 12ФА2-115, пределы измерения: 0—50, 0—200, 0—600 гс	Для определения давления пружин щеткодержателей электромашин	—	+	+	
Граммометр 12ФА2-114, пределы измерения 0—4000 гс	То же	—	—	+	

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Граммометр МОП-115, МОП-120, МОП-151, пределы измерения: 10—100, 80—220, 100—1600 гс	Для проверки начального нажатия и конечного давления контакторов, проверки упругости пружин щеткодержателей машин	—	—	+	Допускается применение динамометра ДПУ-001-2
Твердомер ТК-2 ГОСТ 9030—75	Для измерения твердости по методу Роквелла	—	—	+	
Денсиметр ГОСТ 895—66	Для измерения плотности электролита	+	+	+	
Вискозиметр ВЗ-4 ГОСТ 9070—75	Для определения условной вязкости лакокрасочных материалов	—	—	+	
Термометр технический стеклянный ртутный с пределом измерения 0—200°С, прямой А5 ГОСТ 2823—73	Для измерения температуры	+	+	+	
Приспособления					
Жимки для полировки валов					Изготовляются в ремонтном органе по рис. 46
Оправка для запрессовки втулок					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 48
Комбинированный экстрактор для прессмасленок или извлекатель шариковых масленок		+	+	+	Изготовляется в ремонтном органе по рис. 59
Приспособление для развальцовки труб	Для развальцовки трубы по конусу ниппеля	—	—	+	
Переходные детали: штуцер, пробка, заглушка	Для проверки герметичности пневматического привода тормозов и его составных частей				Изготовляются в ремонтном органе по рис. 78, 80 и 81

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Приспособление для правки медных трубок					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 98
Съемник универсальный для снятия шкивов и подшипников (из комплекта И-111) или съемник	Для снятия деталей (полумуфт, шкивов, шестерен и т. п.) с валов электромашин	+	+	+	Изготовляется в ремонтном органе по рис. 160
Съемник	Для снятия деталей, имеющих два симметричных отверстия относительно вала или три отверстия, расположенных по окружности через 120°С				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 161
Съемник для снятия подшипников сельсинов	Для снятия шарикоподшипников с валика ротора сельсинов				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 175
Приспособление со сменными кольцами для выпрессовки шарикоподшипников 12ФА2351		—	—	+	
Монтажные втулки и оправки	Для монтажа уплотнительных деталей				Изготовляются в ремонтном органе по рис. 103—106
Колодка для шлифовки коллектора	Для шлифовки коллекторов электрических машин				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 164
Ручная пилка для продораживания коллектора					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 165
Оправка для проверки момента трения подшипников	Для проверки момента трения подшипников сельсинов				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 178
Регулировочная лапка	Для регулировки нажатия щеток на кольца в сельсинах				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 179

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Оправка для установки полюсов	Для установки полюсов сельсинов				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 180
Стрелка с нониусом	Для проверки времени успокоения сельсинов				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 182
Ключ для подгибания пластинчатых пружин	Для регулировки конечного нажатия контактов реле, контакторов, пускателей и автоматов				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 200
Подставка для подвески или крючки для подвески	Для удобства окраски при восстановлении защитных покрытий металлических деталей				Изготовляется в ремонтном органе применительно к конструкции деталей
Оправка	Для навивки пружин вручную				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 1 приложения 17
Оправка для навивки пружин	Для навивки пружин на токарном станке				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 4 приложения 17
Приспособление для местной шлифовки	Для шлифовки цилиндров				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 1 приложения 24
Приспособление для удаления выпучин	Для удаления выпучин в цилиндрах				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 2 приложения 24

Продолжение

Наименование и обозначение	Назначение	Местонахождение			Примечание
		часть	соединение	объединение	
Клин, разрезная оправка	Для правки вмятин в цилиндрах				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 3 и 4 приложения 24
Калибровочная оправка	Для калибровки цилиндров после правки				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 6 приложения 24
Приспособление для заливки втулки баббитом					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 3 приложения 25
Приспособление для заливки колец баббитом					Изготовляется в ремонтном органе по рис. 4 приложения 25
Оправка для нажимного винта	Для шлифовки угольного контакта угольного регулятора				Изготовляется в ремонтном органе по рис. 212
Специальный инструмент					
Канавочники	Для обработки канавок для смазки во втулках				Изготовляются в ремонтном органе по рис. 47

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Форма

ЖУРНАЛ ИНСТРУКТАЖА ЛИЧНОГО СОСТАВА ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ

№ по пор.	Фамилия, имя, отчество инструктируемого	Должность инструктируемого (специальность)	Наименование документа (инструкции), по которому проведен инструктаж	Фамилия и должность проводившего инструктаж	Дата инструктажа	Расписка проводившего инструктаж	Расписка получившего инструктаж

СПОСОБЫ ОТЫСКАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Способ внешнего осмотра заключается в определении возможного места неисправности по внешним проявлениям, свидетельствующим о ненормальной работе какого-либо элемента.

Неисправный элемент может быть обнаружен по потемнению или вспучиванию краски, по следам копоти, обгоранию изоляции и т. п. Способ предполагает не только осмотр монтажа, кабелей и других элементов, но и проверку на нагрев таких элементов, как корпуса электродвигателей, редукторов, генераторов, баллонов, ламп, проверку на слух агрегатов питания, срабатывания автоматики, искрения в разрядниках и элементах высокочастотных трактов.

Этот способ особенно эффективен, когда неисправность сопровождается признаками аварийного характера.

Преимущества способа — простота и наглядность. Эти преимущества зачастую переоцениваются и обращаются в его недостаток, когда обслуживающий персонал, надеясь найти неисправность внешним осмотром, затрачивает на это неоправданно много времени.

Главным недостатком этого способа является то, что найти неисправность удается лишь при наличии явно выраженных внешних признаков, а они возникают не всегда.

Способ контрольных переключений и регулировок заключается в том, что на основе оценки внешних признаков проявления неисправности последовательно исключаются из рассмотрения исправные участки изделия, системы путем анализа трактовых или функциональных схем и использования рабочих органов переключения, регулировки и элементов текущего контроля (сигнальных ламп, встроенных приборов, автоматов защиты и т. п.).

Способ контрольных переключений является эффективным средством осуществления метода последовательных приближений. Достоинством способа является быстрота и простота проверки предположений о состоянии участков системы. Недостаток способа — его ограниченность (позволяет выделить только участок, а не конкретное место повреждения).

Способ исключения сводится к последовательному отключению цепей, в которых предполагается неисправность. Если при этом восстанавливаются признаки нормальной работы в остальных цепях, то неисправность следует искать в отключенной цепи или блоке.

Способ исключения может использоваться в том случае, когда имеются признаки короткого замыкания. Например, если лампочки освещения изделия горят неполным накалом или перегорает предохранитель в цепи освещения, то в этом случае

последовательно отключают отдельные участки цепи освещения.

Если признаки короткого замыкания при отключении какого-либо участка пропадут (лампочки загораются полным накалом, вновь восстановленный предохранитель не перегорает), то короткое замыкание следует искать в отключенном участке.

Способ исключения можно применять и иначе: сначала отключить все параллельные цепи или блоки, а затем последовательно подключать их. Неисправная цепь обнаруживается по возникновению признаков неисправности.

Способ промежуточных измерений состоит в том, что для сужения области неисправности или нахождения отказавшего элемента проводят измерение сопротивлений цепей, режимов питания, параметров высокочастотных цепей, снятие осциллограмм напряжений и токов в контрольных гнездах и других точках схемы. Результаты измерений сопоставляют с таблицами (картами) сопротивлений, напряжений, осциллограмм.

Этот способ наиболее целесообразен на конечном этапе поиска неисправности, когда граница неисправной части системы сужена до блока, платы, каскада и нужно найти отказавший элемент или выявить причину неисправности. Для поиска неисправности этим способом используется как встроенная, так и придаваемая контрольно-измерительная аппаратура.

Способ сравнения заключается в том, что режимы работы неисправного участка схемы сравниваются с режимами однотипного участка исправной схемы. Способ дополняет и упрощает способ промежуточных измерений и может быть применен при наличии однотипных систем, каналов, элементов.

Способ замены заключается в замене отдельных элементов схемы, которые предполагаются неисправными, заведомо исправными. Если после замены признаки нормальной работы восстановились, то делается вывод о неисправности замененного элемента.

Достоинством способа замены является быстрота проверки и простота заключения о неисправном участке (элементе) системы, возможность обнаружения скрытых отказов. Недостатки способа — возможность его применения только при наличии необходимых элементов в ЗИП, возможное повреждение заменяющих элементов и некоторая неоднозначность в случае, когда после замены элемента признаки нормальной работы не восстановились.

Этот способ широко применяется при обнаружении таких неисправных элементов, которые легко заменить (например, легкосъемных электровакуумных приборов, плат, субблоков, блоков, кабелей и т. п.).

Способ испытаний состоит в отключении функционального элемента от схемы, подаче на его входы от специальных источников сигналов, аналогичных тем, которые имеются в реальной схеме, и наблюдение выходных сигналов элемента.

Этот способ является эффективным с точки зрения определения отказа элемента. Недостатками способа являются сложность и необходимость иметь специальное оборудование.

Способ испытаний часто используется при наличии специальных средств технического обслуживания и ремонта (КРАС, КИС, МТО и т. п.).

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОЧИСТКЕ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОТ РЖАВЧИНЫ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

1. Общие указания

1. Очистка стальных деталей оружия от ржавчины состоит из следующих основных операций: обезжиривания, травления в кислоте, обработки деталей после травления, сушки и смазки.

2. Травление деталей производится в ингибитированной соляной кислоте ТУ МХП 2345—50 или в растворе хромового ангидрида ГОСТ 2548—77 с ортофосфорной кислотой ГОСТ 10678—76.

3. Удалять ржавчину травлением в ингибитированной кислоте разрешается только с крупногабаритных деталей и узлов, не имеющих пружин, калиброванных отверстий и напрессованных тонкостенных деталей при условии, если травление таких деталей проверено практикой ремонта и дает положительные результаты.

4. **Запрещается** травить в ингибитированной кислоте стволы со ствольными коробками СКС, АК, РПД, пружины к стрелковому оружию и затворам артиллерийских орудий, детали, имеющие участки с хромовым или другим металлическим покрытием, разрушающимся под действием ингибитированной соляной кислоты (при невозможности изолирования покрытий), а также тонкостенные термически обработанные детали.

5. Травление тонкостенных термически обработанных деталей, а также узлов с напрессованными тонкостенными деталями и калиброванными отверстиями разрешается производить в ингибитированной соляной кислоте, в которую дополнительно введен ингибитор ПБ-5 ТУБ 415—53 из расчета 20—30 мл на 1 л кислоты (после введения ингибитора раствор должен быть тщательно перемешан), или в растворе хромового ангидрида с фосфорной кислотой.

6. Ржавчину с пружин стрелкового оружия и затворов артиллерийских орудий удалять травлением в растворе хромового ангидрида с фосфорной кислотой или в концентрированном растворе едкого натра (NaOH) ГОСТ 2263—79 (80% NaOH и 20% воды) при температуре раствора 160—180°С. Время травления пружин не должно превышать 30 мин.

После травления в растворе едкого натра пружины вываривают в кипящей воде, затем их вынимают и сушат на воздухе.

7. В том случае, если мастерская приступает к ремонту образца вооружения, травление деталей которого в данной мастерской не проверено, то необходимо провести опытную чистку

партий деталей и узлов с последующим обязательным оксидированием. Если после оксидирования или испытания стрельбой на деталях будут обнаружены трещины, то необходимо немедленно прекратить травление и принять меры для предотвращения трещин при последующем травлении.

Для предотвращения появления трещин рекомендуется дополнительно ввести в ингибитированную кислоту ингибитор ПБ-5 из расчета 20—30 мл ингибитора на 1 л кислоты. Если дополнительное введение ингибитора не предотвращает появление трещин, то следует в ингибитированную кислоту ввести двухлористое олово ГОСТ 4780—78 из расчета 0,5 г на 1 л кислоты.

8. Ингибитированная соляная кислота поставляется потребителям в готовом виде в обычных железнодорожных цистернах или в бутылях.

Перед применением ингибитированная соляная кислота должна быть проверена на наличие в ней ингибитора. Для этого следует в стеклянную или фарфоровую посуду небольшой емкости налить кислоту и проверить цвет кислоты. Ингибитированная соляная кислота имеет желтый или бурый оттенок, а техническая соляная кислота — светло-зеленый цвет.

Кроме того, ингибитированная соляная кислота на воздухе не дымит и почти не имеет запаха, а техническая соляная кислота дымит и имеет резкий запах.

Присутствие в кислоте ингибитора можно определить также по реакции ее с цинком, для чего опустить в кислоту кусочек цинка. Очень бурное выделение газа из кислоты (кипение кислоты) указывает на отсутствие ингибитора. С ингибитированной соляной кислотой цинк реагирует медленно, при этом выделяющийся газ (водород) поднимается мелкими пузырьками на поверхность кислоты, образуя устойчивую пену.

9. При отсутствии ингибитированной соляной кислоты допускается приготовление ее из технической соляной кислоты ГОСТ 1382—69 на месте. Для этого следует в железный бак загрузить ингибитор ПБ-5 из расчета 20—30 $см^3$ на 1 л приготавливаемого раствора, затем налить воды в бак столько, чтобы получаемый раствор соляной кислоты имел удельный вес в пределах 1,08—1,1 (1 л кислоты должен весить 1,08—1,1 кг); после этого при энергичном помешивании залить соляную кислоту через резиновый шланг, нижний конец которого должен быть опущен в смесь воды и ингибитора.

Вместо ингибитора ПБ-5 можно применять ингибитор И-1-А или И-1-В ВТУ 38-3 206—65; состав раствора см. в табл. 2. Эти ингибиторы вводятся в техническую соляную кислоту так же, как ингибитор ПБ-5.

10. Применение технической соляной кислоты для травления без введения в нее ингибитора, а также применение серной кислоты **категорически запрещается.**

2. Обезжиривание

11. Обезжирить детали в ванне, содержащей раствор следующего состава, г/л:

Натр едкий (сода каустическая) ГОСТ 2263—79 . .	20—50
Сода кальцинированная техническая ГОСТ 5100—73	20—50
Натрий фосфорнокислый (тринатрийфосфат) ГОСТ 9337—79	30—70
Жидкое стекло ГОСТ 13078—67	3—10
или	
Эмульгатор ОП-7, ОП-10 ГОСТ 8433—57	3—5

Температура раствора 60—80°С, время выдержки деталей 10—60 мин.

Примечание. При наличии на поверхности деталей толстого слоя смазки перед обезжириванием смазку удалить ветошью или паклей или в ванне с горячим веретенным маслом.

Освежение (корректировку) раствора производить по мере его израсходования путем добавления составных частей.

Плавающие на поверхности обезжиривающего раствора жировые загрязнения должны периодически удаляться.

12. После обезжиривания промыть детали в горячей, затем холодной воде и охладить их до комнатной температуры (18—20°С). Хорошо обезжиренная деталь должна полностью смачиваться водой. Если вода при промывке покрывает поверхность деталей не полностью и собирается каплями, то это указывает на недостаточное обезжиривание.

3. Травление

13. Травление деталей производить в эмалированных, деревянных или в сварных железных ваннах.

14. Травление деталей в ингибитированной соляной кислоте (с ингибитором ПБ-5) производится в следующих растворах (табл. 1).

Таблица 1

№ по пор.	Состав раствора, л		Для каких деталей применяется
	вода	ингибитированная кислота	
1	—	100	Сильно пораженных ржавчиной и имеющих полированную поверхность
2	50	50	Не сильно пораженных ржавчиной и имеющих полированные поверхности
3	80	20	Не сильно пораженных ржавчиной с полированными поверхностями высокого качества при строгом сохранении размеров деталей и полировке их поверхностей

15. Для приготовления раствора в отмеренное количество воды вливают ингибитированную соляную кислоту.

16. Температура травильного раствора и погруженных в него деталей должна быть в пределах 15—20°С. Время, необходимое для травления деталей, устанавливается опытным путем; в зависимости от состава ванны, степени поражения ржавчиной поверхности деталей оно может быть от 20 мин до 1,5 ч.

Если по условиям эксплуатации ванн температура травильного раствора не может быть выдержана в указанных выше пределах, то допускается травление при температуре раствора в пределах 30—40°С, при этом травить детали разрешается не более 10—15 мин.

17. Травление деталей допускается производить в следующих растворах (табл. 2).

Таблица 2

Наименование химикатов	Содержание компонентов, г/л		Назначение растворов
	Растворы		
	1	2	
Кислота соляная	150—400	—	Раствор 1 — травление крупногабаритных деталей и узлов, не имеющих пружин, калиброванных отверстий и напрессованных тонкостенных деталей Раствор 2 — травление тонкостенных термически обработанных деталей, узлов с напрессованными тонкостенными деталями, пружин к стрелковому оружию и к затворам артиллерийских орудий, а также деталей с калиброванными отверстиями
Кислота фосфорная	—	50	
Ангидрид хромовый	—	200	
Ингибиторы И-1-А или И-1-В	3—5		
Температура, °С	До 50	80—90	
Продолжительность, мин	До полного удаления		

Для приготовления раствора 1 в отмеренное количество воды вливают соляную кислоту (расчетное количество), в которой предварительно растворен ингибитор.

Раствор 2 приготавливают простым растворением химикатов в воде: в рабочую ванну примерно до половины наливается вода, затем вводится требуемое по расчету на весь рабочий объем количество химикатов, растворенных по отдельности в небольших количествах воды, после чего ванну доливают водой до рабочего объема.

Таким же образом приготавливают растворы ванн обезжиривания, нейтрализации и пассивирования.

18. При травлении сильно поржавевших деталей следует растворить только часть ржавчины, так как оставшаяся ржавчина от действия кислоты сильно разрыхляется и может быть снята механическим способом.

19. Если детали не помещаются в травильную ванну или поверхность их частично поражена ржавчиной, рекомендуется удалять ржавчину путем наложения на ржавые места чистой ветоши, смоченной в ингибитированной соляной кислоте.

20. При травлении стволов с хромированными каналами и патронниками необходимо предохранять канал ствола и патронник от попадания в него травильных растворов. Для этого канал ствола до обезжиривания слегка смазать пластичной смазкой ПВК ГОСТ 19537—74, прочно закупорить с обоих концов резиновыми или деревянными пробками.

В хромированных стволах автоматического оружия, имеющих боковое (газоотводное) отверстие в стволе, необходимо закрывать пробкой также газоотводное отверстие.

21. Удалять ржавчину из нехромированного канала ствола при хорошем состоянии оксидной пленки на наружных поверхностях рекомендуется путем заливки травильного раствора в канал ствола, при этом ствол устанавливается в наклонное положение и нижний конец ствола и газоотводное отверстие (если оно имеется) закрываются пробкой.

22. Раствор ванны травления действует приблизительно в течение 20 закладок деталей средней продолжительности травления, после чего раствор сильно загрязняется и его необходимо заменить.

23. В травильный раствор **запрещается** погружать детали, изготовленные из меди или ее сплавов, во избежание контактного осаждения меди на стальных деталях.

24. Персонал, обслуживающий ванны травления, должен работать в резиновых перчатках, фартуках и очках.

25. По истечении установленного времени для травления детали вынуть из травильного раствора и тщательно промыть в ванне холодной проточной водой.

После промывки детали, подлежащие только оксидированию, направить на оксидирование, а все остальные на обработку в растворе пассиваторов.

4. Обработка деталей после травления

26. Промытые после травления детали нейтрализовать от следов кислоты, для чего погрузить в раствор кальцинированной соды (30—10 г/л), температура раствора 15—35°С, время выдержки 3—5 мин.

27. Детали, не поступающие на покрытие сразу после промывки, подвергнуть пассивированию в одном из следующих растворов:

Хромпик калиевый ГОСТ 2652-78, г/л	20
Нитрит натрия ГОСТ 6194—69, г/л	30
Температура раствора, °С	15—35
Время выдержки, мин	3— 5

Если детали не помещаются в ванну, то рекомендуется протереть их чистой ветошью, смоченной в растворе пассиваторов.

28. Неоксидируемые детали вооружения, ремонтируемые сваркой (наплавкой), обрабатывать в растворе пассиваторов после ремонта.

5. Сушка и смазка

29. После обработки в растворе пассиватора детали промыть в кипящей воде (3—5 погружений), затем просушить до полного удаления влаги с поверхности в сушильном шкафу или сухим сжатым воздухом.

30. Просушенные детали, если они не идут непосредственно на ремонт, смазать веретенным маслом АУ с 10% присадки АКОР-1, нагретым до температуры 105—115°С, или жидкой ружейной смазкой в холодном состоянии.

31. Детали, предназначенные для длительного хранения, консервируются согласно инструкции по консервации ЗИП.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ТРЕЩИН НА ДЕТАЛЯХ ВООРУЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОПИТОЧНОЙ СМЕСИ

Выявление трещин на деталях с помощью пропиточной смеси производить в тех случаях, когда трещины на деталях нельзя выявить путем осмотра.

Пропиточная смесь позволяет обнаружить усталостные, шлифовальные и закалочные трещины, открытые волосовины, растрескивание поверхности деталей и хромового покрытия, поры, межкристаллитную и язвенную коррозию деталей из черных и цветных сплавов и пластмасс.

Состав пропиточных смесей приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав пропиточных смесей

Наименование компонентов	ГОСТ, ТУ	Состав смеси, (по объему в %)	
		№ 1	№ 2
Керосин	ГОСТ 4753—68	65	79
Масло трансформаторное	ГОСТ 982—68	30	10
Скипидар живичный	ГОСТ 1571—76	5	10
Краситель жирорастворимый оранжевый	ГОСТ 7461—77	5—7 г на 1 л смеси	—
Красная проникающая жидкость К для цветной дефектоскопии или жидкость «Судан-IV»	ТУ 6-10-750—74	—	1
	ТУ, КРЗ 109—64	—	1

Порядок выявления трещин на деталях с помощью пропиточной смеси

1. Погрузить детали в ванну с пропиточной смесью при комнатной температуре смеси (18—20°С) и выдержать их в ванне не менее 45 мин. Детали должны быть чистыми, без окалины, ржавчины, стружки и смазки. Загрузку деталей в ванну производить на проволочных подвесках или в корзинке.

2. Выгрузить детали из ванны и выдержать их над ней в течение 15—20 мин для стекания излишней смеси.

3. Удалить смесь с поверхности деталей, промыв их в холодной проточной воде. С деталей сложной формы смесь удалять в воде, протирая их матерчатым тампоном.

4. Тщательно протереть деталь матерчатой салфеткой или тампоном до полного удаления смеси с поверхности и просушить ее при комнатной температуре (18—20°С).

5. Припудрить деталь мелко растертым мелом (можно применять зубной порошок). Излишек мела удалить, слегка постукивая по детали или встряхивая ее.

Вместо мела поверхность детали можно покрыть белой проявляющей краской М для цветной дефектоскопии ТУ 6-10-749—74 с помощью мягкой волосяной кисти.

6. По истечении 10—15 мин после припудривания (но не позднее чем через 2 ч) произвести тщательный осмотр поверхности детали и установить, нет ли на ней трещин. Осмотр производить, осторожно поворачивая деталь, во избежание стирания мела с поверхности детали.

Сомнительные или мелкие дефекты осматривать с помощью лупы.

Места, имеющие трещины, окрашиваются в ярко-красный цвет.

7. Детали, не имеющие трещин, очистить от мела, промыв их в уайт-спирите.

Особенности выявления трещин на крупных деталях

Трещины на крупных деталях, которые нельзя погрузить в ванну, выявлять следующим способом:

1. Наложить на место предполагаемой трещины ветошь, обильно смоченную смесью, и выдержать в течение 30—45 мин.

2. Протереть поверхность детали насухо и припудрить мелко растертым мелом. Если трещина имеется, то через некоторое время место вокруг нее окрасится в ярко-красный цвет. Если трещина на детали видна и нужно только определить ее границы, можно пользоваться этим способом, но вместо смеси применять керосин.

Меры безопасности

1. Ванна для пропиточной смеси должна быть металлической с плотно закрывающейся крышкой.

2. Курение и работа с открытым огнем около ванны запрещаются.

3. Работу производить в резиновых перчатках.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРОК СТАЛИ ПРОБОЙ НА ИСКРУ

Если нет данных о марке стали, то ее можно приближенно определить пробой на искру.

Оборудование рабочего места

При определении марки стали по искре с помощью шлифовальных кругов необходимо иметь в виду, что шлифовальные круги различных характеристик дают при определении одной и той же марки стали искры различных видов, поэтому работы выполнять на штатном точильном станке, снабженном шлифовальным кругом диаметром 150—200 мм, средней твердости СТ1, зернистостью 60—80.

Работы производить при нормальном дневном освещении с защитой от прямого солнечного света или при неярком электрическом освещении. Работать в затемненном помещении **запрещается.**

При работе пользоваться защитными очками.

Порядок выполнения работ

Прижать проверяемый образец к верху шлифовального круга и следить за искрой.

При проверке поковок необходимо полностью снять слой окалины с проверяемого участка, так как при окалине могут быть получены неправильные результаты.

При определении марки стали по искре обращать внимание не только на цвет искры, но и на форму и длину нитей, форму и густоту разветвлений, количество, форму, размер звездочек, а также на форму кончика нитей, на которых при испытании некоторых сталей образуются стрелочки.

Марки сталей определять путем сравнения искры, получаемой от проверяемого образца стали, с искрой эталона, марка стали которого установлена. В качестве эталонов можно брать бракованные детали образцов вооружения.

Ниже приведено описание внешнего вида искр (нитей), получаемых от стали разных марок.

Внешний вид искр (нитей), получаемых от стали разных марок

1. Сталь Ст. 2 и Ст. 3 (рис. 1).

Искры светло-желтые. Разветвления несколько более развиты и тоньше, чем сама нить. Звездочек нет.

2. Сталь Ст. 4 (рис. 2).

Искры светло-желтые. Разветвления тоньше, чем нити, и гуще, чем разветвления у стали Ст. 2 и Ст. 3. Звездочек нет.

3. Сталь 10 (рис. 3).

Искры светло-желтые с малым количеством разветвлений. Небольшое количество звездочек, кончики нитей острые.

4. Сталь 15 и 20 (рис. 4).

Искры светло-желтые. Разветвлений и звездочек больше, чем у стали 10.

5. Сталь 25 и 30 (рис. 5).

Искры светло-желтые. Разветвлений и звездочек больше, чем у стали 15 и 20.

6. Сталь 40 и 45 (рис. 6).

Искры светло-желтые. Разветвления сильно развиты, на разветвлениях крупные звездочки, концы нитей острые.

7. Сталь У8 и У10 (рис. 7).

Искры светло-желтые. Разветвлений много, густые звездочки, концы нитей тонкие.

8. Сталь У12 (рис. 8).

Искры светло-желтые. Мелкие густые звездочки.

9. Сталь 12ХН3А (рис. 9).

Искры желтые, по форме похожи на искры стали 15. На концах искр стрелочки. Звездочек нет.

10. Сталь 20ХНМ и 25ХНМ (рис. 10).

Искры желтые. В центре искр выделяются яркие звездочки, на концах искр стрелочки.

11. Сталь 40ХНМ и 5ХНМ (рис. 11).

Искры светло-желтые. В центре искр выделяются густые звездочки. На концах нитей небольшое количество стрелочек.

12. Сталь 38ХМЮА (рис. 12).

Искры желтые, на концах нитей стрелочки, в середине нитей звездочки.

13. Сталь 40ХС, 30ХГСА и 35ХГСА (рис. 13).

Искры светло-желтые, на концах нитей стрелочки, на разветвлениях выделяются более светлые звездочки.

14. Сталь Р9:

а) искры светло-малиновые, простые; редкие разветвления (рис. 14);

б) искры светло-малиновые, разветвления на концах нитей и кучные обрывистые крапины (рис. 15).

15. Сталь Р18:

а) искры темно-малиновые, прямолинейные, без разветвлений (рис. 16);

б) искры темно-малиновые, на концах двух-трех нитей небольшие разветвления (рис. 17).

Рис. 1. Сталь Ст. 2 и Ст. 3

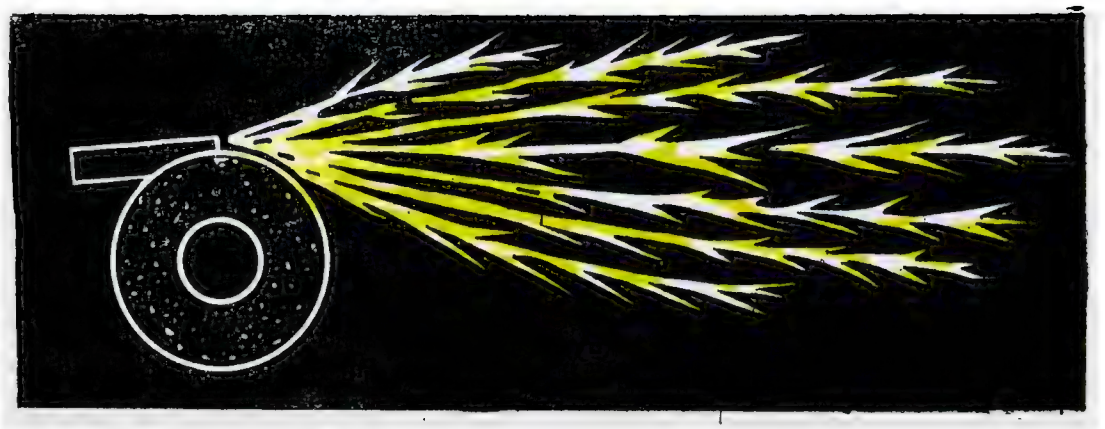


Рис. 2. Сталь Ст. 4

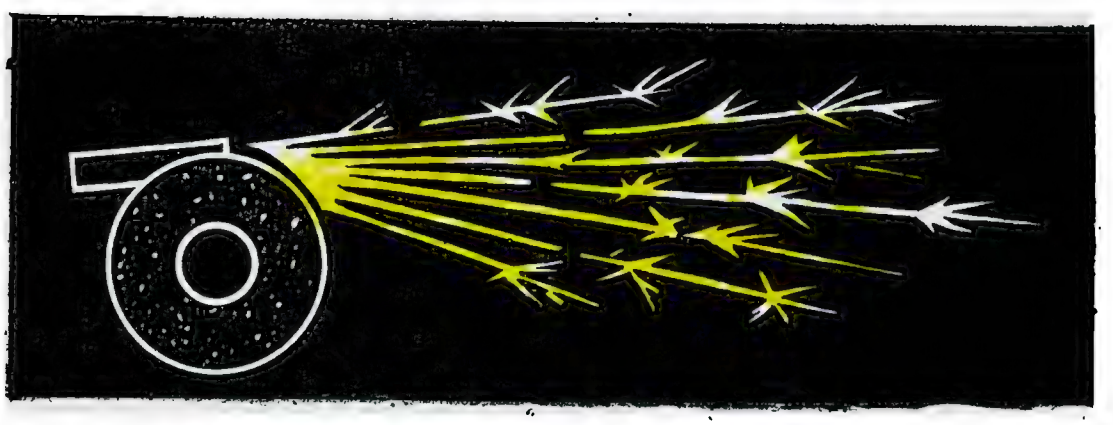


Рис. 3. Сталь 10

Рис. 4. Сталь 15 и 20

Рис. 5. Сталь 25 и 30

Рис. 6. Сталь 40 и 45

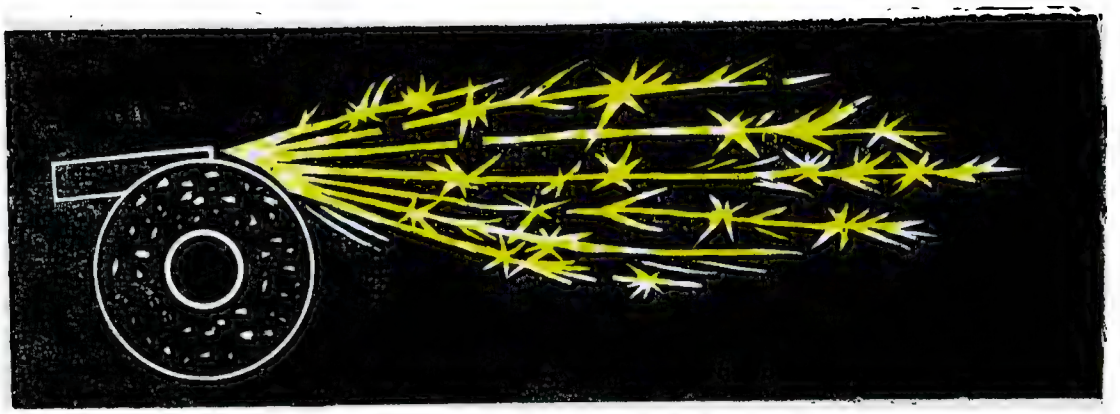


Рис. 7. Сталь У8 и У10

Рис. 8. Сталь У12

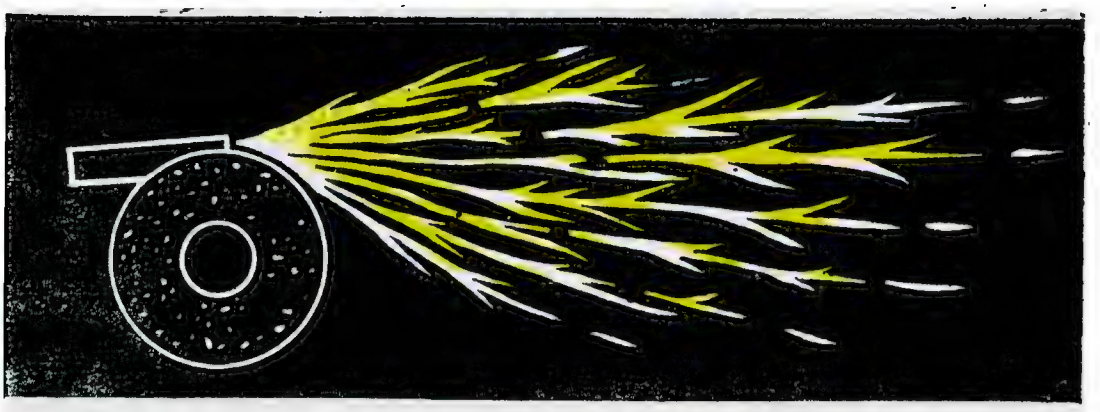


Рис. 9. Сталь 12ХН3А

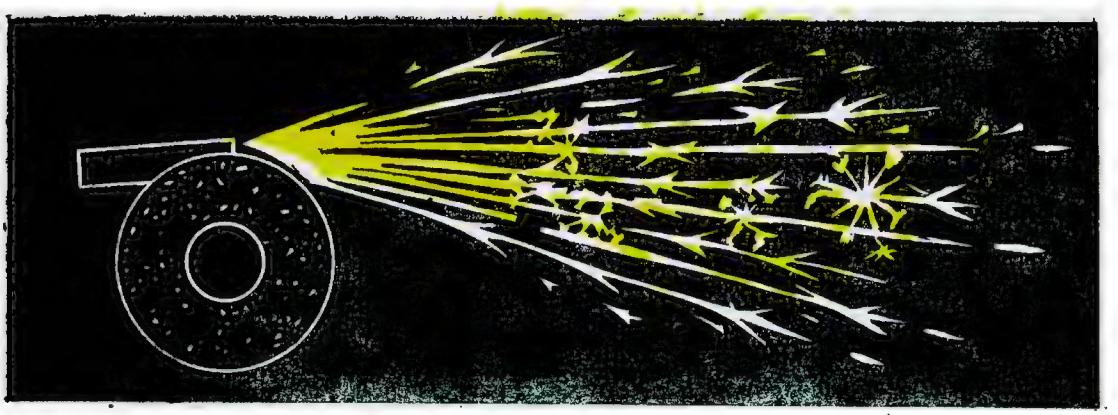


Рис. 10. Сталь 20ХНМ и 25ХНМ

Рис. 11. Сталь 40ХНМ и 5ХНМ

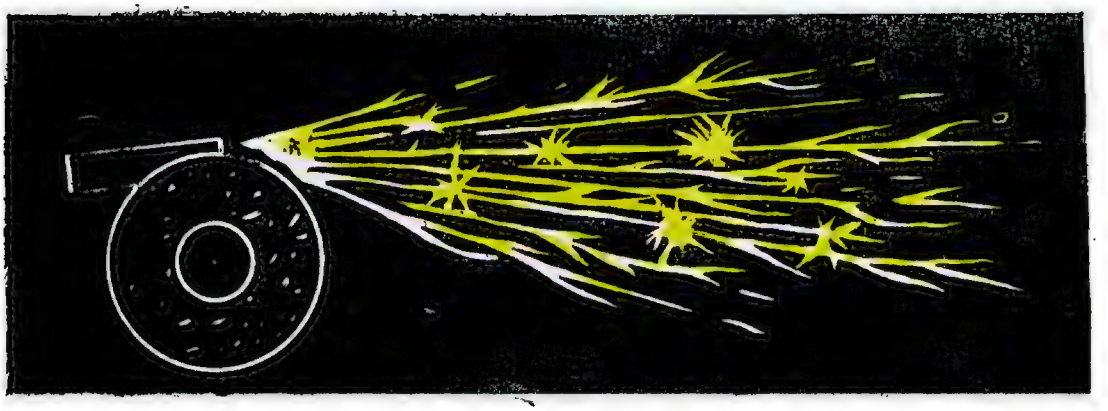


Рис. 12. Сталь 38ХМЮА

Рис. 13. Сталь 40ХС, 30ХГСА, 35ХГСА

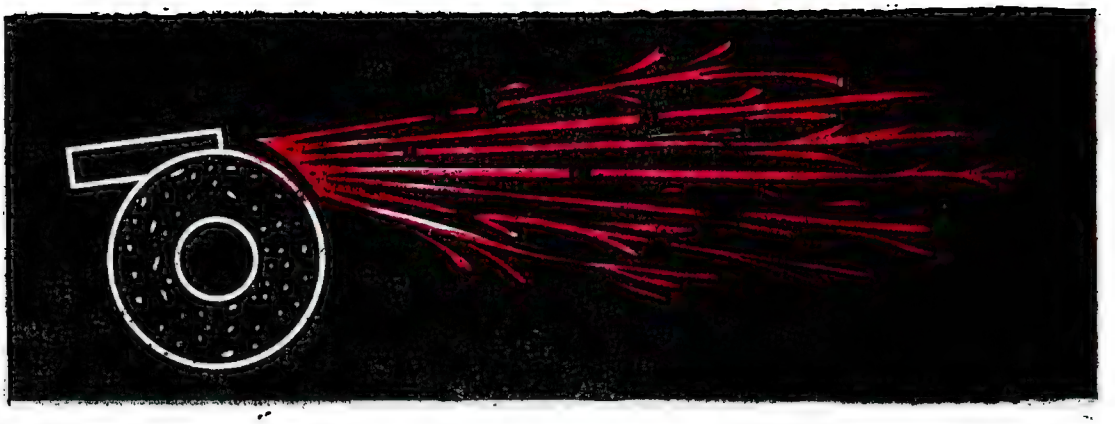


Рис. 14. Сталь Р9

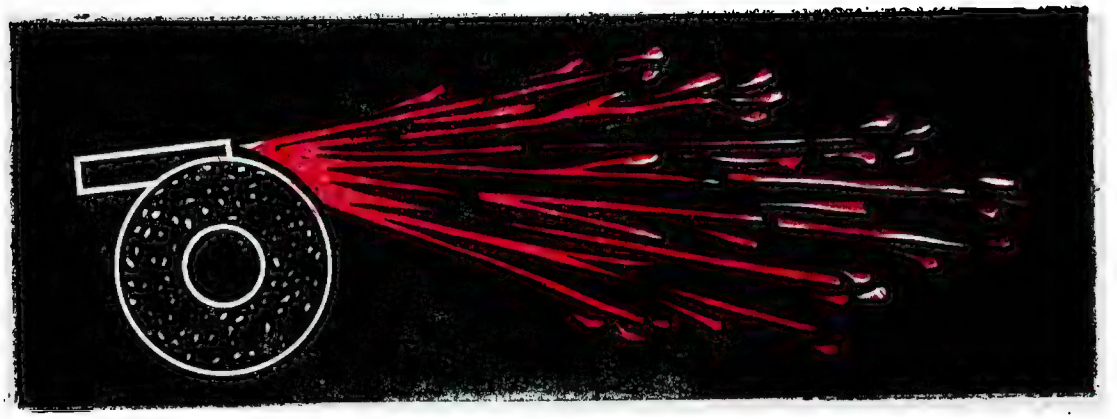


Рис. 15. Сталь Р9

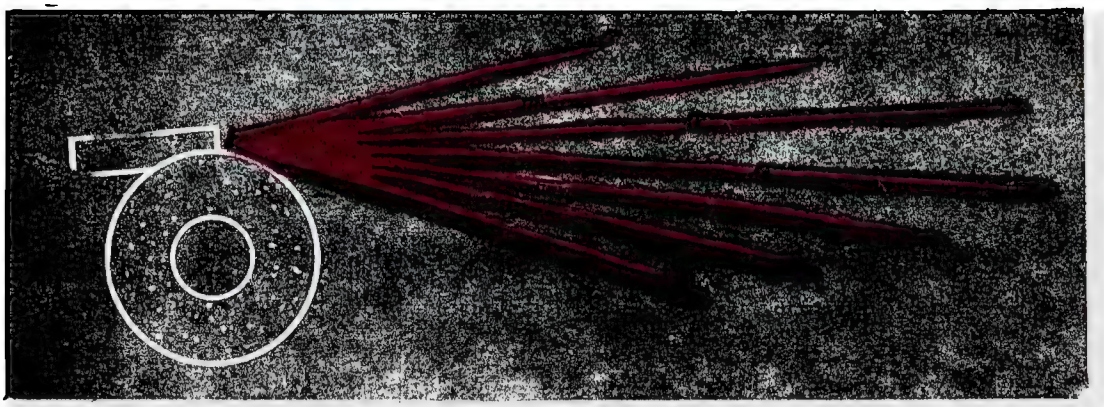


Рис. 16. Сталь Р18

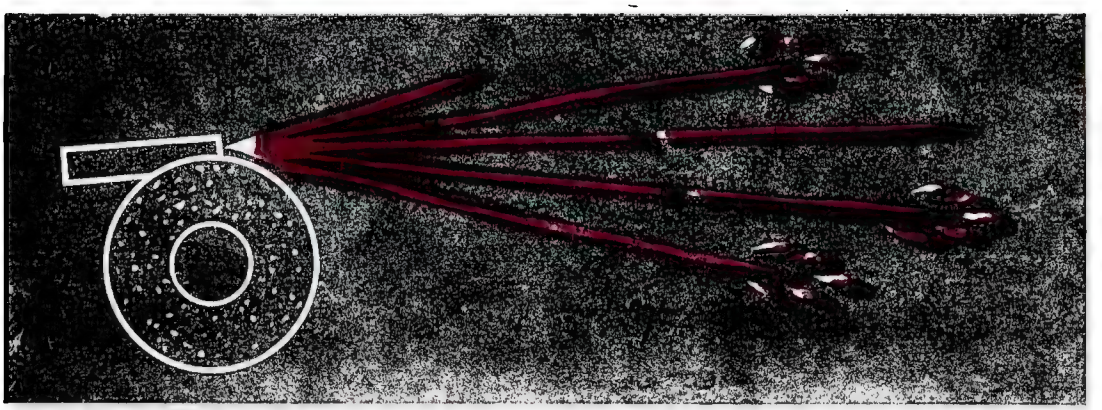


Рис. 17. Сталь Р18

КЛАССЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ

Классы шероховатости поверхности	Параметры шероховатости, мкм ГОСТ 2789—73	Класс чистоты обработки поверхности ГОСТ 2789—59	Способ обработки
1	Rz от 320 до 160	▽ 1	Обдирочное точение, строгание и фрезерование. Грубое опиливание
2	Rz от 160 до 80	▽ 2	
3	Rz от 80 до 40	▽ 3	
4	Rz от 40 до 20	▽ 4	Точение, строгание, фрезерование без предъявления особых требований к чистоте поверхности. Сверление
5	Rz от 20 до 10	▽ 5	Чистовое точение, строгание и фрезерование. Развертывание с одного прохода (грубое). Чистовое опиливание
6	Ra от 2,5 до 1,25	▽ 6	
7	Ra от 1,25 до 0,63	▽ 7	Очень чистое и скоростное точение. Чистовое развертывание и шлифование. Шабрение
8	Ra от 0,63 до 0,32	▽ 8	
9	Ra от 0,32 до 0,16	▽ 9	Скоростное точение высшего качества. Тонкое развертывание
10	Ra от 0,16 до 0,08	▽ 10	Тонкое шлифование. Притирка и доводка пастами ГОИ. Полирование
11	Ra от 0,08 до 0,04	▽ 11	
12	Ra от 0,04 до 0,02	▽ 12	
13	Rz от 0,10 до 0,05	▽ 13	Тонкое полирование. Отделочная доводка и притирка
14	Rz от 0,050 до 0,025	▽ 14	

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Основные понятия и определения

Номинальным размером (рис. 1) называется основной расчетный размер.

Предельными размерами называются размеры, между которыми может колебаться действительный размер.

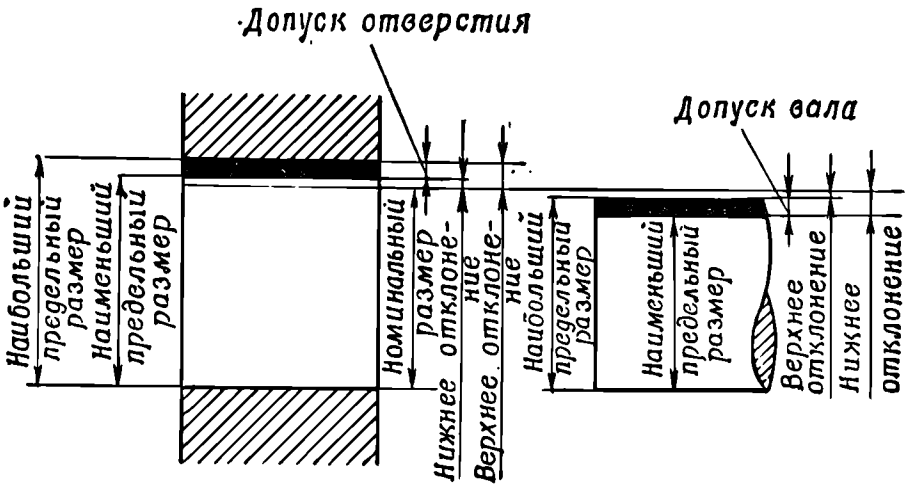


Рис. 1. Графическое изображение системы допусков

Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Верхним отклонением называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером.

Нижним отклонением называется разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером.

Пример:

$40^{-0,08}_{-0,25}$,

где 40 — номинальный размер;

39,92 — наибольший предельный размер;

39,75 — наименьший предельный размер;

—0,08 — верхнее отклонение;

—0,25 — нижнее отклонение;

0,17 — допуск.

Зазором (рис. 2) называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного движения. Наименьший зазор называется гарантированным зазором.

Натягом (рис. 3) называется отрицательная разность между диаметрами отверстия и вала до сборки, создающая после сборки неподвижное соединение. Наименьший (по абсолютному значению) натяг называется гарантированным натягом.

Посадка определяет характер соединения двух вставленных одна в другую деталей и обеспечивает в той или иной степени за счет разности фактических размеров деталей свободу их относительного перемещения или прочность их неподвижного соединения.

Посадки в порядке убывающих натягов и возрастающих зазоров имеют следующие наименования и обозначения:

горячая — Гр;
прессовая — Пр;
легкопрессовая — Пл;
глухая — Г;
тугая — Т;
напряженная — Н;
плотная — П;
скользящая — С;
движения — Д;
ходовая — Х;
легкоходовая — Л;
широкоходовая — Ш.

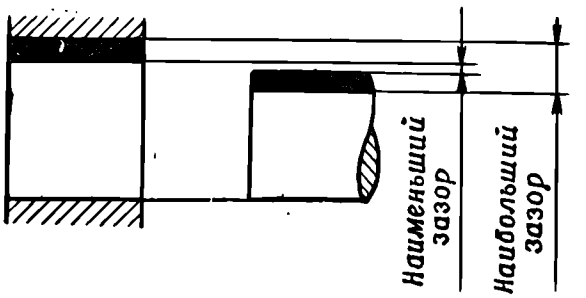


Рис. 2. Графическое изображение зазоров

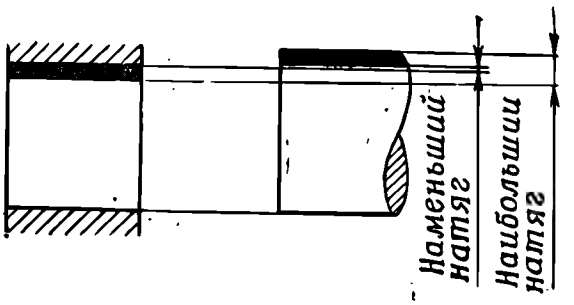


Рис. 3. Графическое изображение натяга

Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок. Общесоюзная система допусков и посадок разделяется на две самостоятельные части — систему отверстия и систему вала.

Системой отверстия называется система допусков и посадок, при которой для данного диаметра и класса точности предельные размеры отверстия остаются постоянными, а осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров вала.

Системой вала называется система допусков и посадок, при которой для данного диаметра и класса точности предельные размеры вала остаются постоянными, а осуществление различных посадок достигается за счет соответствующего изменения предельных размеров отверстия.

В артиллерийском производстве в основном принята система отверстия.

Допуски на изготовление деталей в зависимости от их величины и от номинального размера группируют по классам точности. В отечественном машиностроении предусмотрено 10 классов точности: 1-й, 2-й, 2а, 3-й, 3а, 4-й, 5-й, 7-й, 8-й и 9-й. Класс точности указывается индексом справа от условного обозначения посадки или букв А (отклонение размеров отверстия от номинала в системе отверстия) и В (отклонение размеров вала от

номинала в системе вала). Для 2-го класса точности индекс не пишут.

Примеры:

X_5 — ходовая посадка 5-го класса точности;

H — напряженная посадка 2-го класса точности;

A_{3a} — отклонение отверстия 3а класса точности.

Допуски для размеров, не входящих в какое-либо соединение или же не влияющих непосредственно на характер соединения, носят название «допуски свободных размеров».

Допуски и посадки для размеров до 500 мм, а также допуски для размеров свыше 500 мм указаны в табл. 1 и 2. Допуски прессовых посадок указаны в табл. 3.

Таблица 1

Допуски и посадки. Система отверстия. Предельные отклонения

Классы точности	Посадки и отклонения		Условное обозначение	Пределы	Номинальные диаметры, мм: от 1 до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 260	свыше 260 до 360	свыше 360 до 500
					Размеры отклонений, мкм											
2-й	Отклонение отверстия		A	Верхний	+10	+13	+16	+19	+23	+27	+30	+35	+40	+45	+50	+60
				Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	Тугая	T	Верхний	+10	+13	+16	+19	+23	+27	+30	+35	+40	+45	+50	+60
				Нижний	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+12	+13	+15	+15	+20
		Скользящая	C	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Нижний	−6	−8	−10	−12	−14	−17	−20	−23	−27	−30	−35	−40
		Движения	Д	Верхний	−3	−4	−5	−6	−8	−10	−12	−15	−18	−22	−26	−30
				Нижний	−9	−12	−15	−18	−22	−27	−32	−38	−45	−52	−60	−70
3-й	Отклонение отверстия		A_3	Верхний	+20	+25	+30	+35	+45	+50	+60	+70	+80	+90	+100	+120
				Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	Скользящая	C_3	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Нижний	−20	−25	−30	−35	−45	−50	−60	−70	−80	−90	−100	−120
		Ходовая	X_3	Верхний	−7	−11	−15	−20	−25	−32	−40	−50	−60	−75	−90	−105
				Нижний	−32	−44	−55	−70	−85	−100	−120	−140	−165	−195	−225	−255
		Широкоходовая	$Ш_3$	Верхний	−17	−25	−35	−45	−60	−75	−95	−120	−150	−180	−210	−250
				Нижний	−50	−65	−85	−105	−130	−160	−105	−235	−285	−330	−380	−440

Продолжение

Классы точности	Посадки и отклонения		Условное обозначение	Пределы	Номинальные диаметры, мм: от 1 до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 260	свыше 260 до 360	свыше 360 до 500
					Размеры отклонений, мкм											
4-й	Отклонение отверстия		A_4	Верхний	+60	+80	+100	+120	+140	+170	+200	+230	+260	+300	+340	+380
				Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	Скользящая	C_4	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Нижний	—60	—80	—100	—120	—140	—170	—200	—230	—260	—300	—340	—380
		Ходовая	X_4	Верхний	—30	—40	—50	—60	—70	—80	—100	—120	—130	—150	—170	—190
				Нижний	—90	—120	—150	—180	—210	—250	—300	—350	—400	—450	—500	—570
		Легкоходовая	$Л_4$	Верхний	—60	—80	—100	—120	—140	—170	—200	—230	—260	—300	—340	—380
				Нижний	—120	—160	—200	—240	—280	—340	—400	—460	—530	—600	—680	—760
		Широкоходовая	$Ш_4$	Верхний	—120	—160	—200	—240	—280	—340	—400	—460	—530	—600	—680	—760
				Нижний	—180	—240	—300	—360	—420	—500	—600	—700	—800	—900	—1000	—1100
5-й	Отклонение отверстия		A_5	Верхний	+120	+160	+200	+240	+280	+340	+400	+460	+530	+600	+680	+760
				Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	Скользящая	C_5	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Нижний	—120	—160	—200	—240	—280	—340	—400	—460	—530	—600	—680	—760
		Ходовая	X_5	Верхний	—60	—80	—100	—120	—140	—170	—200	—230	—260	—300	—340	—380
				Нижний	—180	—240	—300	—360	—420	—500	—600	—700	—800	—900	—1000	—1100

Продолжение

Классы точности	Посадки и отклонения	Условное обозначение	Пределы	Номинальные диаметры, мм: от 1 до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 260	свыше 260 до 330	свыше 330 до 500
				Размеры отклонений, мкм											
7-й	Отклонение отверстия	A_7	Верхний	+250	+300	+360	+430	+520	+620	+740	+870	+1000	+1150	+1350	+1550
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	B_7	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	—250	—300	—360	—430	—520	—620	—740	—870	—1000	—1150	—1350	—1550
8-й	Отклонение отверстия	A_8	Верхний	+400	+480	+580	+700	+840	+1000	+1200	+1400	+1600	+1900	+2200	+2500
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	B_8	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	—400	—480	—580	—700	—840	—1000	—1200	—1400	—1600	—1900	—2200	—2500
9-й	Отклонение отверстия	A_9	Верхний	+600	+750	+900	+1100	+1300	+1600	+1900	+2200	+2500	+2900	+3300	+3800
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Отклонение вала	B_9	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	—600	—750	—900	—1100	—1300	—1600	—1900	—2200	—2500	—2900	—3300	—3800

Таблица 2

Допуски размеров свыше 500 мм

Классы точности	Отклонение	Условное обозначение	Пределы	Интервалы номинальных размеров, мм: свыше 500 до 630	свыше 630 до 800	свыше 800 до 1000	свыше 1000 до 1250	свыше 1250 до 1600	свыше 1600 до 2000	свыше 2000 до 2500	свыше 2500 до 3150	свыше 3150 до 4000	свыше 4000 до 5000
				Размеры отклонений, мкм									
3-й	Отверстия	A_3	Верхний	+140	+150	+170	+200	+220	+250	+280	+300	+350	+400
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Вала	B_3	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	−140	−150	−170	−200	−220	−250	−280	−300	−350	−400
4-й	Отверстия	A_4	Верхний	+450	+500	+550	+600	+650	+750	+900	+1000	+1100	+1200
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Вала	B_4	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	−450	−500	−550	−600	−650	−750	−900	−1000	−1100	−1200
5-й	Отверстия	A_5	Верхний	+900	+1000	+1100	+1200	+1300	+1500	+1800	+2000	+2200	+2500
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Вала	B_5	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	−900	−1000	−1100	−1200	−1300	−1500	−1800	−2000	−2200	−2500

Продолжение

Классы точности	Отклонение	Условное обозначение	Пределы	Интервалы номинальных размеров, мм: свыше 500 до 630	свыше 630 до 800	свыше 800 до 1000	свыше 1000 до 1250	свыше 1250 до 1600	свыше 1600 до 2000	свыше 2000 до 2500	свыше 2500 до 3150	свыше 3150 до 4000	свыше 4000 до 5000
				Размеры отклонений, мкм									
7-й	Отверстия	A_7	Верхний	+1800	+2000	+2200	+2400	+2600	+3000	+3500	+4000	+4500	+5000
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Вала	B_7	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	—1800	—2000	—2200	—2400	—2600	—3000	—3500	—4000	—4500	—5000
8-й	Отверстия	A_8	Верхний	+2800	+3000	+3500	+4000	+4500	+5000	+5500	+6000	+7000	+8000
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Вала	B_8	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	—2800	—3000	—3500	—4000	—4500	—5000	—5500	—6000	—7000	—8000
9-й	Отверстия	A_9	Верхний	+4500	+5000	+5500	+6000	+6500	+7000	+8000	+9000	+10500	+12000
			Нижний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Вала	B_9	Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Нижний	—4500	—5000	—5500	—6000	—6500	—7000	—8000	—9000	—10500	—12000

Таблица 3

Допуски прессовых посадок 2-го и 3-го классов

Классы точности	Посадки (условное обозначение)	Пределы	Номинальные диаметры валов, мм																
			от 1 до 3	свыше 3 до 6	свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 100	свыше 100 до 120	свыше 120 до 150	свыше 150 до 180	свыше 180 до 220	свыше 220 до 260	свыше 260 до 310	свыше 310 до 360	свыше 360 до 440	свыше 440 до 500
			Размеры отклонений, мкм																
2-й	Пр	Верхний	+18	+23	+28	+34	+42	+52	+65	+85	+95	+110	+125	+145	+165	+195	+220	+260	+300
		Нижний	+12	+15	+18	+22	+28	+35	+45	+60	+70	+80	+95	+115	+135	+160	+185	+220	+260
3-й	$Пр1_3$	Верхний	—	+55	+65	+75	+95	+110	+135	+160	+160	+185	+200	+230	+250	+285	+305	+360	+395
		Нижний	—	+30	+35	+40	+50	+60	+75	+90	+90	+105	+120	+140	+160	+185	+205	+240	+275

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИТИРКЕ ДЕТАЛЕЙ

Притиркой называется снятие с поверхности деталей тонких слоев металла шлифующими материалами.

1. Притирочные материалы

Порошкообразные абразивы

К основным порошкообразным абразивам относятся наждак и корунд.

Порошкообразные абразивы по величине зерен делятся условно на три группы: шлифовальное зерно, шлифовальные порошки и микропорошки.

Чем меньше номер зернистости шлифовального зерна или шлифовального порошка, тем крупнее его зерно. Микропорошки с номером зернистости М5 имеют наименьшую величину зерен.

В табл. 1 приведены данные по группам и номерам зернистости порошкообразных абразивов.

Таблица 1

Группа зернистости	Номер зернистости	Группа зернистости	Номер зернистости
Шлифовальное зерно	10	Шлифовальные порошки	100
»	12		
»	14	»	120
»	16	»	150
»	20	»	180
»	24	»	220
»	30	»	240
»	36	»	280
»	46	»	320
»	54	Микропорошки	М28
»	60	»	М20
»	70	»	М14
»	80	»	М10
»	90	»	М7
		»	М5

Для притирки стальных деталей применять корундовые или наждачные порошки, а для притирки деталей из чугуна и медных сплавов — наждачный порошок или толченое стекло зернистостью 80—220.

Пасты ГОИ (Государственного оптического института)

Пасты ГОИ поставляются трех видов:

1. Грубая (темно-зеленого цвета, почти черная) — применяется для снятия слоя металла в десятые доли миллиметра.

Поверхность после обработки этой пастой приобретает матовый цвет без отдельных резких царапин.

2. Средняя (темно-зеленого цвета) — применяется после обработки поверхности грубой пастой.

После обработки этой пастой получается блестящая полузеркальная поверхность.

3. Тонкая (светло-зеленого цвета) — применяется для выполнения особо точных работ.

Поверхность после обработки этой пастой приобретает зеркальный блеск.

2. Притирка абразивными порошками и пастами ГОИ

До притирки поверхность должна быть чисто обработана, промыта керосином или бензином и тщательно протерта чистой ветошью.

Насыпать необходимое количество абразивного порошка или положить пасту ГОИ в чистую стеклянную или фарфоровую чашку и развести порошок (пасту) с машинным маслом или керосином до состояния полужидкой массы. При этом для притирки стальных деталей и деталей из медных сплавов применять машинное масло, а для чугунных деталей — керосин.

Нанести кисточкой равномерный тонкий слой абразивного материала на поверхность детали, подлежащей обработке, и произвести взаимную притирку сопрягаемых поверхностей. В случае если взаимную притирку деталей произвести нельзя, притирку производить притиром из серого чугуна твердостью 79—94 RB. Форма притира должна соответствовать форме обрабатываемой поверхности детали. Рабочая поверхность притира должна быть обработана точно и чисто.

Притирку производить круговыми возвратно-вращательными движениями с равномерным несильным нажимом. При этом следить за тем, чтобы притираемые детали не нагревались выше 50°С.

После 2—3 мин работы удалить абразив или пасту ГОИ ветошью, смоченной в керосине, и нанести новый слой.

Если необходимо снять сравнительно большой слой металла, притирку начинать шлифовальным зерном или грубой пастой ГОИ и заканчивать шлифовальным порошком, микропорошком (табл. 1) или средней, а при необходимости тонкой пастой ГОИ.

Притертые поверхности деталей тщательно промыть уайт-спиритом так, чтобы не осталось ни малейших следов абразивных материалов, и покрыть тонким слоем смазки.

3. Обкатка зубчатых передач с применением шлифовальных порошков и пасты ГОИ

Обкатку зубчатых передач производить в такой последовательности.

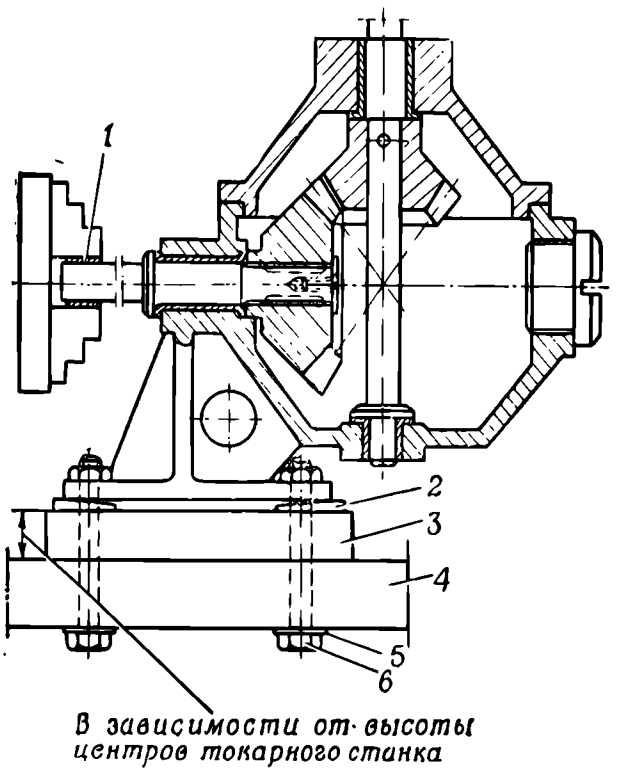


Рис. 1. Установка зубчатой передачи на токарном станке для обкатки зубьев:
1 — прокладка; *2* — деревянный клин; *3* — деревянный брус; *4* — станина токарного станка; *5* — шайба; *6* — стяжной болт

Изготовить смесь из шлифовального порошка зернистостью 100—180 и минерального масла и подготовить среднюю пасту ГОИ, как указано выше.

Надежно предохранить подшипники передачи от попадания в них во время обкатки шлифовального порошка и пасты ГОИ.

Покрыть зубья передачи тонким слоем смеси шлифовального порошка и, медленно вращая передачу, равномерно распределить смесь на зубьях.

Произвести обкатку вручную на изделии или на токарном станке, произведя установку зубчатой передачи аналогично тому, как указано на рис. 1.

При обкатке на токарном станке обороты шпинделя увеличивать постепенно. При этом максимальные обороты шпинделя

должны быть такими, чтобы смесь из шлифовального порошка и масла или паста ГОИ под влиянием центробежной силы не стекала с зубьев.

Промыть детали передачи уайт-спиритом, полностью удалив шлифовальный порошок.

Покрыть зубья пастой ГОИ и произвести окончательную обкатку, как указано выше.

В течение всего периода обкатки периодически удалять отработанную смесь или пасту ГОИ и наносить кистью новую.

Обкатку зубчатой передачи закончить, когда шум зубчатой пары уменьшится до нормального, передача будет работать плавно, без заеданий, а рабочие поверхности зубьев станут гладкими.

После обкатки зубчатую передачу разобрать; все детали (включая подшипники и втулки) и корпус тщательно промыть уайт-спиритом и протереть, полностью удалив остатки шлифовального порошка и пасты ГОИ. После этого произвести окончательную сборку, смазку и регулировку зубчатой передачи.

ИНСТРУКЦИЯ ПО РЕМОНТУ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ И ГАЗОВОЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

1. Общие указания

1. Во всех случаях, когда в частных руководствах и в настоящем Общем руководстве предусматривается ремонт деталей сваркой или наплавкой, эти работы выполнять согласно указаниям настоящей Инструкции.

К сварке и наплавке ответственных и сложных деталей допускать сварщиков, выдержавших испытание в соответствии с действующими положениями об испытании электросварщиков.

2. Рабочее место газо- и электросварщика должно быть оборудовано инвентарем согласно табелю артиллерийской мастерской с соблюдением правил противопожарной защиты и техники безопасности, а также обеспечено необходимым инструментом.

На рабочем месте должен быть железный ящик с сухим песком, а также несколько листов асбеста ГОСТ 23779—79. Эти материалы применять для обеспечения постепенного остывания деталей после сварки и наплавки.

Сварку и наплавку деталей, как правило, производить в помещении с температурой не ниже 5°С, оберегая детали от сквозняков. При сварке деталей на открытой площадке принимать меры к обеспечению медленного остывания деталей как во время сварки, так и после нее. **Запрещается** производить сварку деталей, не защищенных от атмосферных осадков (дождя, снега).

Сварку при температуре ниже 5°С разрешается производить только в случаях, когда невозможно обеспечить выполнение работ в утепленном помещении, при этом место сварки должно быть предварительно подогрето до 30—50°С и защищено от ветра во избежание быстрого остывания детали.

3. Технологический процесс ремонта деталей электродуговой сваркой и наплавкой включает в себя следующие основные операции:

подготовку поверхности к сварке и наплавке;
термическую подготовку детали к сварке и наплавке;
электродуговую сварку или наплавку;
термическую обработку после сварки и наплавки.

2. Подготовка деталей под электродуговую сварку и наплавку

4. Поверхности деталей, подлежащие сварке или наплавке, предварительно тщательно очистить от ржавчины, грязи, масла и краски. Очистке подвергать также поверхности, прилегающие к восстанавливаемому участку на расстоянии 20—40 мм. Очи-

стку производить до металлического блеска шлифовальной шкуркой, кардолентой, напильником или шабером, после чего протереть очищенный участок ветошью, смоченной бензином ГОСТ 2084—77 или уайт-спиритом ГОСТ 3134—78.

5. Для предохранения отверстий от наплыва металла, для предохранения резьб и других обработанных поверхностей от брызг, а также для уменьшения нагрева деталей применять

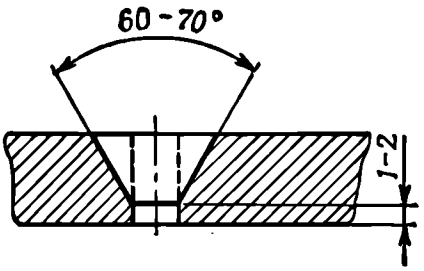


Рис. 1. Подготовка отверстия под одностороннюю заварку

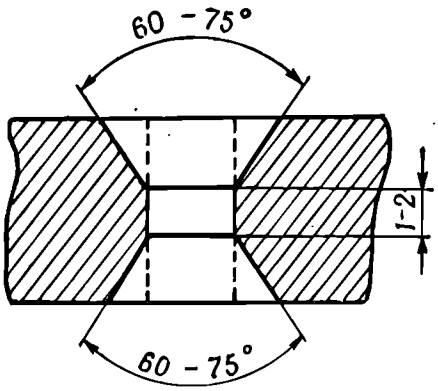


Рис. 2. Подготовка отверстия под заварку с двух сторон

(если требуется) замазку, состоящую из равных частей огнеупорной глины и растертого асбеста, замешанных на воде.

6. Подготовка изношенных поверхностей под наплавку. При восстановлении наплавкой изношенных поверхностей деталей, имеющих малый износ и твердость ниже 250 НВ (HRC<24), снятие слоя металла перед наплавкой разрешается не производить.

При восстановлении изношенных поверхностей деталей, имеющих малый износ и твердость свыше 250 НВ (HRC>24), производить механическую подготовку поверхностей под наплавку, снимая слой металла не менее 0,3 мм на сторону для трущихся поверхностей и поверхностей под прессовую посадку и не менее 1 мм на сторону для поверхностей, выдерживающих ударную нагрузку.

7. Подготовка под заварку отверстий диаметром до 20 мм. Если толщина материала (или глубина отверстия) меньше диаметра отверстия или равна ему, то отверстие зенковать с одной стороны (рис. 1).

При толщине материала больше диаметра отверстия отверстие зенковать с двух сторон (рис. 2).

Для отверстий диаметром от 6 до 20 мм при толщине материала или глубине отверстия менее 0,6 диаметра отверстия подготовку под заварку разрешается не производить.

8. Подготовка под заварку отверстий диаметром от 20 до

40 мм. Отверстия перед заваркой не раззенковывать. При необходимости заварки отверстий с резьбой предварительно удалить резьбу. Заварку производить после предварительной поста-

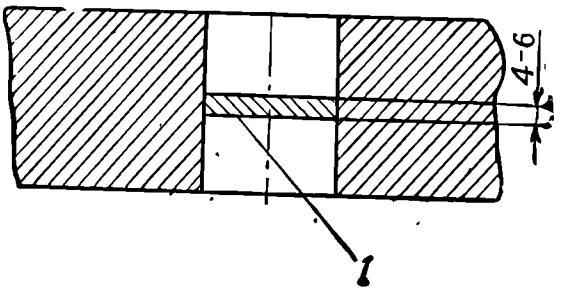


Рис. 3. Подготовка отверстия под заварку с постаиовкой перегородки:
1 — перегородка

новки в завариваемое отверстие перегородки (рис. 3), изготовленной из низкоуглеродистой стали.

3. Термическая подготовка деталей для электродуговой сварки и наплавки и термический режим при проведении процесса сварки и наплавки

9. Термический режим, назначаемый при проведении процесса сварки или наплавки, имеет целью предотвратить появление трещин и уменьшить коробление деталей.

Сущность термического режима сводится к подогреву детали перед сваркой или наплавкой и к регулированию скорости охлаждения сваренной или наплавленной детали.

10. Детали, изготовленные из сталей I группы (табл. 1), специального термического режима при сварке не требуют, т. е. процесс сварки можно производить без предварительного подогрева, без соблюдения теплового режима в процессе сварки и без последующей термической обработки.

Таблица 1

Группа	Характеристика свариваемости	Марка сталей		
		углеродистые	легированные	стальное литье
I	Хорошая	МСт. 1; 08; 10; МСт. 2; 15; 20; МСт. 3; 25	15Х; 12ХН2А; 12ХН4А	—
II	Удовлетворительная	МСт. 4; 30; 35; МСт. 5	20ХН3А; 25Н3; 20ХГС	30Л; 36Л
III	Ограниченная	МСт. 6; 40; 45; МСт. 7; 50; 50А; 50Г	35Х; 40Х; 25ХН4А; 30ХМА; ОХМ; 30ХГСА; ОХН1М; 30ХН3; 35ХМА; ОХН2М	—
IV	Плохая	55; 65Г	35ХГСА; ОХН3М; ОХН4М	—

11. На деталях, изготовленных из сталей II группы, при сварке и наплавке, как правило, не образуется трещин. Детали, изготовленные из легированных сталей этой группы, перед сваркой и наплавкой подогревать до 250—350°С и после сварки или наплавки медленно охлаждать.

12. На деталях, изготовленных из сталей III группы, при сварке и наплавке могут образовываться трещины. Для деталей простой конфигурации, изготовленных из сталей этой группы, термический режим сварки и наплавки должен быть аналогичен режиму, указанному для легированных сталей II группы. Для деталей сложной конфигурации, изготовленных из углеродистых сталей III группы, назначать предварительный подогрев до 150—250°С и после сварки или наплавки замедленное охлаждение, а для деталей, изготовленных из легированных сталей III группы, помимо предварительного подогрева до 250—350°С, непосредственно по окончании сварки или наплавки назначать повторный подогрев до 300—400°С с последующим замедленным охлаждением.

13. Детали, изготовленные из сталей IV группы, трудно поддаются сварке и наплавке, и на них легко могут образовываться трещины. Детали, изготовленные из сталей этой группы (как углеродистых, так и легированных), независимо от их конфигурации сваривать и наплавлять, соблюдая термический режим, указанный для деталей сложной конфигурации, изготовленных из сталей III группы.

4. Электродуговая сварка и наплавка сталей

Классификация марок сталей по свариваемости

14. Под свариваемостью стали следует понимать способность металла давать доброкачественные сварные соединения без трещин, пор и других дефектов в зоне сварки.

По характеру свариваемости стали, из которых изготовляются детали ракетно-артиллерийского и радиолокационного вооружения, разделяются на четыре группы (табл. 1).

Выбор электродов

15. В настоящем Общем и частных руководствах указываются типы электродов по ГОСТ 9467—75 и ГОСТ 10051—75, каждому из которых соответствует несколько различных марок. При выборе марки электрода пользоваться данными, помещенными в табл. 2 и 3.

Для наплавочных электродов в частных руководствах обычно указывается только марка электрода. Если нет данных о типе или марке электрода, то при сварке подбирать их

по табл. 2 в зависимости от марки стали, из которой изготовлены свариваемые детали, а при наплавке — по табл. 3 в зависимости от требуемой твердости наплавленного слоя металла.

Таблица 2

Электроды, применяемые для сварки углеродистых, легированных и высоколегированных конструкционных сталей

Марка свариваемой стали	Тип электрода по ГОСТ 9467—75, ГОСТ 10052—75	Марка электрода
БСт1, БСт2, БСт3, 08	Э42А-Б Э42-А	УОНИ-13/45 ОММ-5 или ЦМ-7
БСт4, 10, 15, 20	Э42-Б Э42-Р	УОНИ-13/45 или УП-2/45 АНО-6
БСт5, БСт6, 25, 30 35, 40, 30Л, 35Л, 40Л	Э50А-Б	УОНИ-13/55, К5А или УП-2/55
15Х, 12ХН2, 12ХН3А	Э60-Б Э55-Б	УОНИ-13/65 УОНИ-13/55У
45, 50, 55, 35Х, 40Х, 33ХС, 20ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА, 20ХН3А, 30ХН3А, 30ХМА, 35ХМ, ОХМ, ОХН1М, ОХ2НМ, ОХН2М, ОХН3М, ОХН4М	Э85-Б	УОНИ-13/85У, УОНИ-13/85
Х18Н9Т, Х18Н10Т	Э-08Х19Н10Г2Б	ЦЛ-11, Л-38М
20Х13	Э-12Х13	УОНИ/10Х13

Наплавочные электроды, указанные в табл. 3, разрешается заменять электродами других марок, если они обеспечивают заданную твердость наплавленного слоя металла.

16. При наплавке изношенных и поврежденных резьб корпусов сальников, компенсаторов, цилиндров противооткатных устройств и т. п. применять электроды типа Э50А.

Для восстановления резьб неответственных деталей применять электроды типа Э42.

17. Электроды перед применением сушить при 120—150°С в течение 1 ч.

Таблица 3

Технические характеристики электродов для наплавки

Электроды		Твердость наплавленного металла RC			Род тока и полярность	Режим термической обработки	Примечание
тип, ГОСТ 10051—75	марка	без термообработки	после отжига	после закалки и отпуска			
—	ОЗН-250	23—28	—	34—38	Постоянный. Полярность обратная. Возможно применение переменного тока	Закалка: нагрев до 850—880°С, охлаждение в масле. Отпуск: нагрев до 240—260°С, охлаждение на воздухе	Применяется для наплавки изношенных деталей, у которых твердость рабочей поверхности без термообработки не более 25—30RC, а после закалки с отпуском должна быть не более 40RC. Металл, наплавленный электродами ОЗН, хорошо обрабатывается без отжига режущими инструментами из быстрорежущей стали
—	ОЗН-300	25—30	—	37—40			
—	ОЗН-350	28—33	—	35—42			
—	ОЗН-400	33—38	—	39—45			
—	У-340 П/Б	32—37	—	40—45	Постоянный. Полярность обратная	Закалка: нагрев до 850—880°С, охлаждение в масле. Отпуск: нагрев до 240—260°С, охлаждение на воздухе	Применяется для наплавки изношенных деталей, у которых твердость рабочей поверхности без термообработки более 30RC, а после закалки и отпуска должна быть более 40RC
—	ЭН-40	36—40	12—15	45—52	Постоянный. Полярность обратная	Отжиг: нагрев до 850—870°С, охлаждение с печью.	
—	ЭН-50	38—43	18—22	49—57			
—	ЭН-60	50—55	21—25	58—62			

Продолжение

Электроды		Твердость наплавленного металла RC			Род тока и полярность	Режим термической обработки	Примечание
тип, ГОСТ 10051—75	марка	без термообработки	после отжига	после закалки и отпуска			
						Закалка: нагрев до 900—910°С, охлаждение в масле. Отпуск: нагрев до 260°С, охлаждение на воздухе	Металл, наплавленный электродами ЭН-40 и ЭН-50, может быть обработан без отжига режущими инструментами, а наплавленный электродом ЭН-60 — только шлифовальными кругами
ЭНХ-50	ЦС-2	39—45	32—39	56—60	Постоянный. Полярность обратная		
ЭНХ-50	Т-620	55—60	—	—	Переменный и постоянный		
—	ЦН-4	51—58	21—23	49—52	Постоянный. Полярность обратная	Отжиг: нагрев до 800—850°С, охлаждение с печью	
—	ЦН-5	54—58	26—28	55—60	То же	Закалка: нагрев до 850—870°С, охлаждение в масле Отпуск: нагрев до 150—170°С, охлаждение на воздухе	

Продолжение

Электроды		Твердость наплавленного металла RC			Род тока и полярность	Режим термической обработки	Примечание
тип, ГОСТ 10051—75	марка	без термообработки	после отжига	после закалки и отпуска			
НР-62	ЦИ-1М	57—62	30—35	62—65	Переменный и постоянный	Отжиг: нагрев до 900°С, охлаждение с печью. Закалка: нагрев до 880°С, охлаждение в масле. Отпуск: нагрев до 240°С, охлаждение на воздухе	
ЭНГ-50	Т-540	35—45	24—28	57—60	То же	Отжиг: нагрев до 900—950°С, охлаждение с печью. Закалка: нагрев до 800—880°С, охлаждение в масле. Отпуск: нагрев до 200—260°С, охлаждение на воздухе	
ЭНХ-45	ЦС-1	48—54	—	—	Постоянный. Полярность обратная		

18. Диаметр электрода указывается в тексте частных руководств. Если он не указан, то выбирать его в зависимости от толщины свариваемого металла по табл. 4.

Таблица 4

Толщина свариваемого металла, мм	До 3	От 3 до 6	От 6 до 10	Более 10
Диаметр электрода, мм	3	3—4	4—5	6

Потолочные и вертикальные швы заваривать электродом диаметром не более 4 мм.

При заварке отверстий без подготовки под заварку (без зенковки) применять электроды диаметром:

2 мм при отверстии ∅ до 8 мм;

3 мм при отверстии ∅ 8—15 мм;

4 мм при отверстии ∅ 15—20 мм.

При заварке отверстий с подготовкой под заварку диаметр электрода применять в пределах 3—6 мм.

Выбор величины сварочного тока при сварке и наплавке

19. Силу тока при сварке и наплавке выбирать в зависимости от диаметра электрода, руководствуясь данными табл. 5.

Таблица 5

Диаметр электрода, мм	2	3	4	5	6
Сила тока, А	50—70	80—130	140—200	220—280	280—360

При нанесении швов или валиков в вертикальном и потолочном положениях величина сварочного тока должна быть на 10—20% меньше величины тока при наплавке или сварке в обычном положении.

5. Термическая обработка после электродуговой сварки и наплавки

20. Термическая обработка после электродуговой сварки и наплавки производится:

для снятия остаточных напряжений, возникающих при сварке и наплавке;

для восстановления исходной твердости деталей цементированных и деталей закаленных, подвергавшихся отжигу перед сваркой и наплавкой;

для придания наплавленному металлу заданной твердости, если таковая не обеспечивается после наплавки или если наплавленный металл подвергался отжигу для облегчения его обработки.

21. Отпуск для снятия остаточных напряжений, возникающих при сварке и наплавке, производить либо полный для всей детали, либо местный для восстановления части детали.

Местный отпуск производить, нагревая деталь пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Местный отпуск небольших деталей производить в коробке с расплавленным свинцом.

22. Отпуск для снятия остаточных напряжений деталей цементированных и деталей закаленных, не подвергавшихся отжигу перед сваркой или наплавкой, производить при такой же температуре, какая была при первоначальной термической обработке.

Для деталей, изготовленных из сталей, склонных к отпускной хрупкости (30ХГСА типов ОХНМ, 25ХН4 и др.), температуру назначать не выше 400°С; при назначении более высокого отпуска производить ускоренное охлаждение.

23. Детали цементированные и детали, закаленные на высокую твердость, подвергавшиеся отжигу перед сваркой или наплавкой, после сварки и наплавки подвергать полной термической обработке на твердость, указанную в частном руководстве.

24. В случае когда после наплавки металла электродами марок ОЗН или ЭН не обеспечивается твердость, указанная в частном руководстве, подвергнуть наплавленную поверхность местной закалке и отпуску по режимам, указанным в табл. 3.

Техника выполнения сварочных и наплавочных работ

25. При электродуговой сварке и наплавке применять ток с полярностью, указанной в табл. 3 и 6.

Обратная полярность тока будет в том случае, если отрицательный полюс источника тока подключается к свариваемой детали. Для определения полярности тока погрузить концы проводников работающего сварочного генератора в 10% раствор поваренной соли в воде. Проводник, у которого будет наблюдаться бурное выделение пузырьков газа (водород), подключен к отрицательному полюсу генератора.

26. Наплавку и сварку производить по возможности при постоянной длине дуги; сварка короткой дугой приводит к перегреву металла, сварка длинной дугой — к непровару и разбрызгиванию металла.

Наклон электрода должен быть постоянным и равным 15—20° от вертикали к наплавляемой поверхности.

Таблица 6

Род тока и полярность при выполнеиии сварочных работ

Тип, ГОСТ 9467—75	Марка электрода	Род тока	Полярность
Э42	ОММ-5	Постоянный или переменный	—
Э42	ЦМ-7	То же	—
Э42А	УОНИ-13/45	Постоянный	Обратная
Э50А	УОНИ-13/55	»	»
Э50А	У-340/55	»	»
Э55	ЦЛ-6	Постоянный или переменный	—
Э55А	УОНИ-13/55У	Постоянный	Обратная
Э60А	УОНИ-13/65	»	»
Э60А	У-340/65	»	»
Э85	УОНИ-13/85	»	»
Э85	ЦЛ-18	»	»
Э85	У-340/85	»	»
Э100	ЦЛ-19	»	»
Э100	У-340/105	»	»

27. Сварку или наплавку производить при равномерной, постоянной скорости передвижения электрода, соответствующей скорости расплавления электрода и основного металла.

При обрывах дуги не делать нового зажигания на месте оставшегося кратера. Зажигание дуги производить в новом месте наплавленного металла.

28. Сварку производить с поперечными колебательными движениями конца электрода.

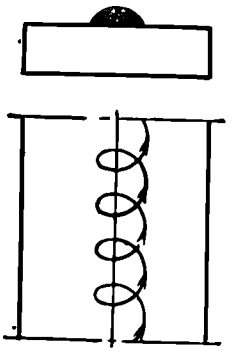
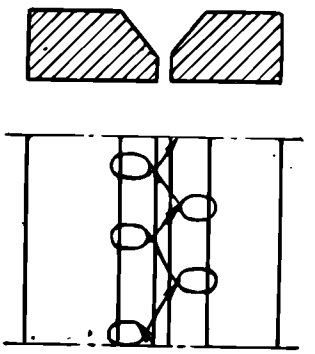
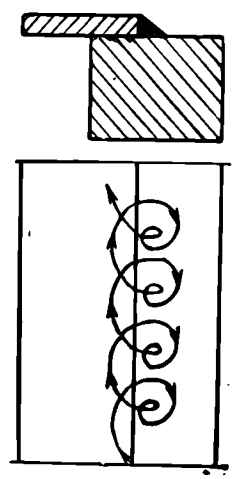
Для лучшей свариваемости варианты поперечных колебательных движений выбирать в зависимости от вида завариваемого места, руководствуясь табл. 7.

29. С целью уменьшения коробления при сварке выполнять следующие указания:

а) сварку производить как можно быстрее, не допуская перегрева деталей;

б) не допускать быстрого охлаждения наплавленного шва, наплавленный валик прикрывать асбестом;

Таблица 7

Наименование работ	Эскизы свариваемого места. Поперечное движение электрода	Примечание
Наплавка круглых и плоских поверхностей		Наплавка способствует равномерному прогреву
Заварка трещин или сварка встык деталей равной толщины		Заварка способствует усиленному прогреву свариваемых кромок
Сварка деталей встык или внахлестку разной толщины		Сварка способствует усиленному прогреву более толстой детали

в) сварку длинных швов, заварку длинных трещин, приварку накладок и вставок производить по частям (короткими участками) обратноступенчатым способом (рис. 4);

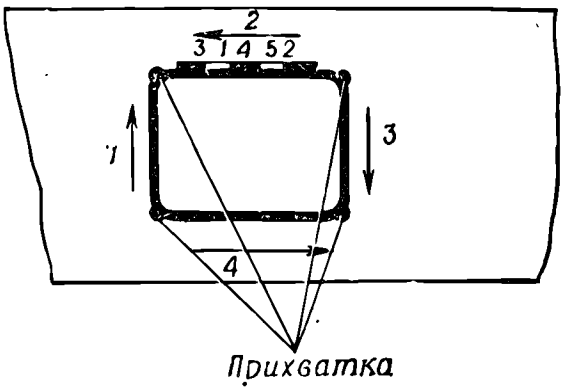


Рис. 4. Сварка обратноступенчатым способом

г) параллельные швы варить разновременно;

д) наплавку валиков производить по образующей, т. е. вдоль оси детали; швы наплавлять симметрично, как указано на рис. 5;

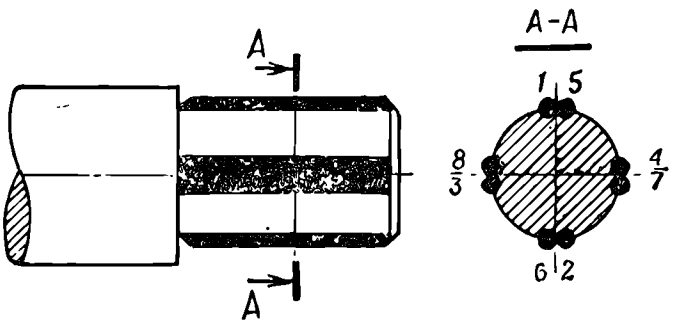


Рис. 5. Симмстричная наплавка

е) не наплавлять излишнего количества металла.

6. Газовая сварка стальных деталей

При ремонте ракетно-артиллерийского и радиотехнического вооружения для стальных деталей применять газовую сварку с помощью ацетилено-кислородного пламени в тех случаях, когда электродуговая сварка невозможна (по конструктивным особенностям деталей или при сварке тонколистовых деталей толщиной до 3 мм со швами сложной конфигурации).

Общие указания

Газовая сварка является универсальным способом для ремонта деталей вооружения, требует несложного оборудования, но качество выполненных сварных соединений и производи-

тельность процесса ниже, чем при электродуговой сварке электродами, под флюсом или в защитных газах.

При газовой сварке необходимо нагревать значительный участок детали в месте сварки, поэтому возможны большие деформации и коробления деталей по сравнению с электродуговой сваркой. Для сварки целесообразно применять стыковые соединения, требующие наименьшего количества наплавленного металла и меньшего нагрева основного металла. Ремонт сваркой соединений внахлестку и в тавр следует ограничивать вследствие большего нагрева и коробления деталей, чем при стыковых соединениях.

При газовой сварке применять сварочную проволоку ГОСТ 2246—70 и флюс, состоящий из 50% углекислого натрия ГОСТ 83—79 и 50% двууглекислого натрия ГОСТ 2156—76 для удаления окислов и предохранения расплавленного металла от окисления.

Подготовка деталей под сварку и наплавку

Качество ремонта деталей сваркой зависит в значительной степени от качества подготовки свариваемых кромок.

Подготовка деталей под сварку или наплавку состоит из механической обработки кромок и поверхностей, а также термической подготовки (предварительный подогрев до 150—250°С в зависимости от марки стали).

Механическую обработку кромок под сварку производить в зависимости от характера повреждения деталей. Кромки вставок или накладок обрабатывать в зависимости от толщины (стенки) деталей согласно табл. 8. Очистку поверхностей деталей под сварку или наплавку производить аналогично подготовке при электродуговой сварке.

Способы газовой сварки

Газовую сварку выполнять левым или правым способом. Левый способ применять для сварки деталей толщиной 1—5 мм, а правый — свыше 5 мм.

При левом способе сварочную горелку перемещать в направлении справа налево и углом вперед; пламя горелки направлено от шва. При этом происходит предварительный подогрев кромок, но дополнительный нагрев шва и защита его от окисляющего воздуха отсутствуют.

При правом способе сварочную горелку перемещать в направлении слева направо и углом назад; пламя горелки направлено на шов. При этом происходит дополнительный нагрев шва и защита его от окисляющего воздуха, но предварительный подогрев кромок отсутствует.

Режимы газовой сварки

Основные параметры газовой сварки следующие:
мощность пламени сварочной горелки;
диаметр присадочной проволоки;
угол наклона горелки и скорость ее перемещения.

Мощность пламени зависит от свариваемой или наплавляемой толщины детали. Номер наконечника горелки подбирать по расходу ацетилена в зависимости от толщины металла и способа сварки по формуле

$$A = Kб,$$

где A — расход ацетилена, л/ч;
K — удельный расход ацетилена на 1 мм свариваемой или наплавляемой толщины детали;
$б$ — толщина металла, мм.

При сварке малоуглеродистых и низколегированных сталей удельный расход ацетилена составляет для левого способа 100—120 л/ч, а для правого 120—150 л/ч.

Характеристики сварочных горелок даны в табл. 9.

Диаметр присадочной проволоки для сварки всех марок сталей толщиной деталей до 12—15 мм определять по формулам:

для левого способа сварки

$$Д = \frac{б}{2} + 1;$$

для правого способа сварки

$$Д = \frac{б}{2},$$

где $Д$ — диаметр проволоки, мм;
$б$ — толщина детали, мм.

При сварке или наплавке деталей толщиной свыше 15 мм назначать диаметр присадочной проволоки равным 6—8 мм. На поверхности сварочной присадочной проволоки не должно быть ржавчины, окалины, краски, жира и других загрязнений.

Угол наклона горелки (мундштука) к поверхности свариваемой или наплавляемой детали зависит от толщины металла. В начале сварного шва угол наклона мундштука горелки к поверхности детали должен составлять 80—85° для лучшего нагрева металла и образования сварочной ванны, после этого величину угла наклона устанавливать в зависимости от толщины металла согласно рис. 6, а в конце шва угол наклона уменьшить до 5—15° для лучшего заполнения кратера и во избежание прожога металла.

Таблица 8

Виды подготовки кромок под сварку

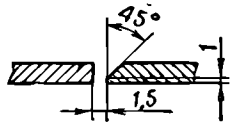
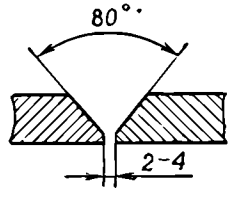
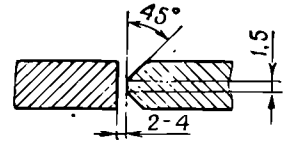
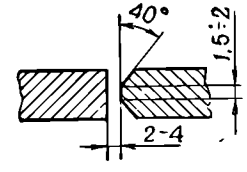
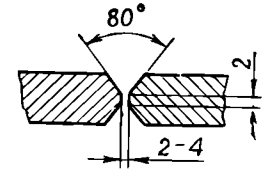
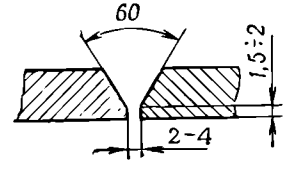
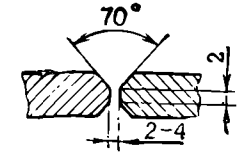
№ по пор.	Толщина металла, мм	Виды подготовки кромок			
		Левый способ сварки		Правый способ сварки	
		односторонняя	двусторонняя	односторонняя	двусторонняя
1	До 2,0				
2	2—5				
3	5—15				
4	Свыше 15				

Таблица 9

Технические характеристики сварочных горелок

Толщина свариваемых деталей, мм	№ наконечника	Расход газов, л/ч		Разряжение в ацетиленовом канале, мм вод. ст.	Запас ацетилена, л/ч	Давление газов, кгс/см²	
		ацетилена	кислорода			ацетилена	кислорода
0,5 — 1,5	1	50—135	50—140	700—2500			1 — 2
1 — 3	2	135—250	140—260	1000—2600	Не ниже 3,7	Не ниже 0,01	1 — 2,5
2,5 — 4	3	250—400	260—420	1500—2700			2—3
4 — 7	4	400—700	400—700	1500—3400			2—3,5
7 — 11	5	700—1170	750—1170	1600—3500			2—4
10 — 18	6	1050—1750	1170—1800	2000—3500			2—4,5
17 — 30	7	1700—2800	1200—3150	2000—3750			2—5

Конец присадочной проволоки в процессе сварки и наплавки подавать в сварочную ванну под углом 45°.

Скорость ручной газовой сварки зависит от толщины свариваемых деталей и количества наплавляемого металла.

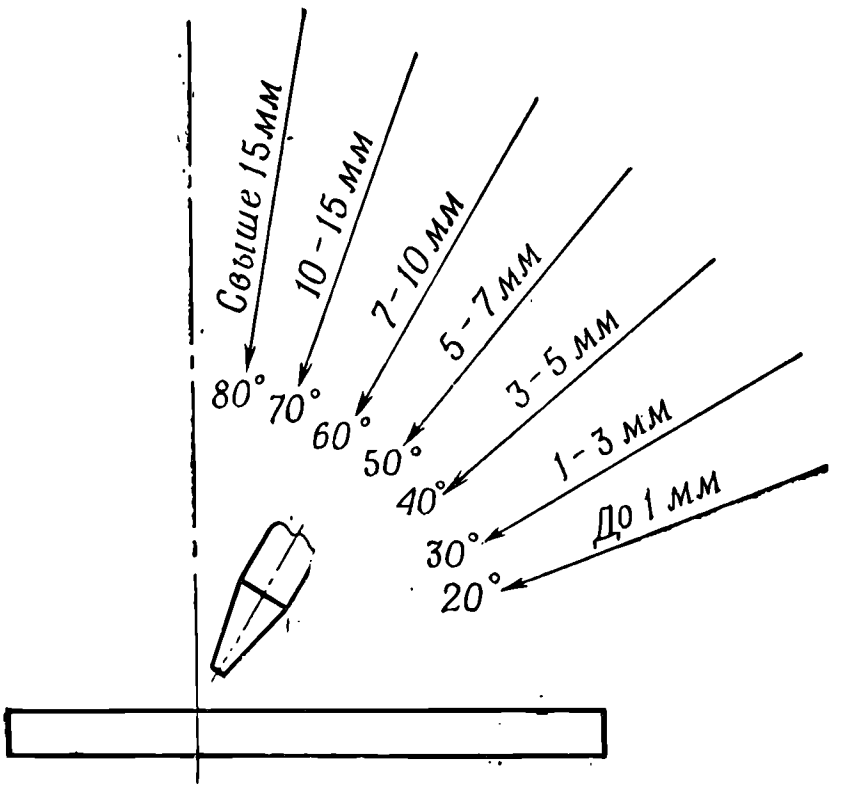


Рис. 6. Угол наклона мундштука горелки в зависимости от толщины свариваемого металла

Технология газовой сварки

Перед началом сварки производить прихватку свариваемых кромок деталей всегда от середины к краям для обеспечения постоянного зазора между кромками в процессе выполнения сварки. Длина отдельных прихваток и расстояние между ними зависят от толщины деталей и длины выполняемого шва. Сечение каждой прихватки должно быть не более $^2/_3$ сечения будущего (выполненного) шва. Длина прихваток должна быть в 4—5 раз, а расстояние между прихватками — в 40—50 раз больше толщины свариваемого металла.

Ацетилено-кислородное пламя в зависимости от соотношения газов в смеси можно разделить на нормальное, восстановительное и окислительное. Нормальное пламя — отношение кислорода к ацетилену равно 1,1—1,2, имеет резко очерченное ядро, плавно закругляющееся на конце. Восстановительное (науглероживающее) пламя с избытком ацетилена — отношение кислорода к ацетилену меньше 1, имеет большее ядро пламени, чем нормальное, нерезкое очертание границ с красноватым оттенком факела. Окислительное пламя с избытком кислорода — отношение кислорода к ацетилену больше 1, имеет го-

лубоватый оттенок и горит с шумом в зависимости от давления кислорода.

Выбор марки присадочной сварочной проволоки ГОСТ 2246—70 для сварки производить согласно табл. 10 в зависимости от марки стали свариваемой детали; для наплавки с особыми свойствами проволоки ГОСТ 10543—75— по данным табл 11.

Таблица 10

Рекомендуемые марки сварочной проволоки в зависимости от марки стали

Марка стали свариваемой детали (изделия)	Рекомендуемая марка проволоки	Марка проволоки для особо ответственных деталей
Ст.0, Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.4	Св-08	Св-08А
Ст.08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 55, 60, 65	Св-08А	Св-08ГА
Ст.5, Ст.6, Ст.7, 15Х, 20Х, 35Х, 45Х, 12ХН2А, 12ХН4А, 20ХН3А, 30ХН3	Св-10ГА	Св-10ХМ
12ХМ, 20ХМ, 30ХМ	Св-12ГС	Св-10ХМ
20ХГСА, 30ХГСА, 35ХГСА	Св-12ГС	Св-18ХГСА
30ХМА, 35ХМА	Св-12ГС	Св-18ХМА
40Г, 50Г, 60Г	Св-08ГА	Св-10ГА

Таблица 11

Рекомендуемые марки проволоки для наплавки в зависимости от требуемой твердости

Марка проволоки	Твердость наплавленного металла после наплавки, HRC 150	Твердость наплавленного металла после термической обработки, HRC 150	Режим термической обработки
Сталь 40	Ниже 20	35—40	Закалка: нагрев до 850°С, охлаждение в воде. Отпуск: нагрев до 250°С, охлаждение на воздухе
Сталь 45	Ниже 20	36—42	
Сталь 50	Ниже 20	38—46	
Сталь 60	Ниже 20	40—48	
П-1	Ниже 20	35—45	
Вс	20—22	37—46	
ОВС	20—22	42—47	
$60с_2$	25—26	53—54	

Сварка и наплавка малоуглеродистых сталей

Сварку и наплавку производить только нормальным пламенем.

Мощность пламени сварочной горелки назначать в зависимости от толщины детали и способа сварки.

Для сварки деталей толщиной более 5 мм применять предварительный подогрев свариваемых кромок до 150—200°С. Нагрев производить газовой горелкой. После сварки или наплавки деталь медленно охлаждать, укрыв ее асбестом или поместив в горячий песок, нагретый до 150—200°С.

Сварка и наплавка средне- и высоколегированных сталей

Сварку и наплавку производить нормальным пламенем или с незначительным избытком ацетилена.

Мощность горелки подбирать из расчета расхода 75—90 л/ч ацетилена на 1 мм толщины свариваемого металла. Сварку и наплавку выполнять с предварительным подогревом детали до 250—350°С. Нагрев производить сварочной или дополнительной газовой горелкой.

При сварке применять флюс, состоящий из 50% углекислого натрия ГОСТ 5100—73 и 50% двууглекислого натрия ГОСТ 2156—76; флюс приготовлять путем механического перемешивания компонентов. В сварочную ванну флюс вводить с помощью окунания сварочной проволоки в коробку с порошкообразным флюсом.

После сварки и наплавки деталь медленно охладить, укрыв ее асбестом или поместив в горячий песок, нагретый до 350°С.

После сварки средне- и высокоуглеродистых сталей рекомендуется применять последующую термическую обработку в виде отжига (750°С с последующим охлаждением на воздухе) и нормализации в зависимости от назначения сварного соединения и требования чертежа.

ИНСТРУКЦИЯ ПО СВАРКЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ И НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

При ремонте ракетно-артиллерийского вооружения применяется аргонодуговая сварка для деталей из нержавеющей стали, алюминиевых и медных сплавов и титана. Газовую и электродуговые сварки рекомендуется применять только при отсутствии оборудования для аргонодуговой сварки.

1. Общие указания

Сварку, наплавку и заварку деталей производить только в закрытом помещении с температурой не ниже 5°С при отсутствии потоков (сквозняков) воздуха.

Сборка деталей из алюминиевых сплавов представляет значительные трудности вследствие особых теплофизических свойств сплавов, которые следует учитывать при сварке. К таким свойствам относятся:

легкая окисляемость алюминиевых сплавов, а оксидная пленка не позволяет сплавляться основному и присадочному металлам;

сплавы не изменяют своего цвета при нагревании и плавлении, поэтому нельзя определить по внешнему виду температуру нагрева;

сплавы не находятся в пластическом состоянии и при нагреве сразу переходят из твердого состояния в жидкое;

при нагревании до 400—500°С сплавы почти полностью теряют прочность, и деталь может разрушиться от незначительного толчка;

сплавы требуют предварительного подогрева деталей при сварке толщиной более 15—20 мм вследствие высокой теплопроводности.

2. Оборудование и материалы

Для аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом на переменном токе применять стандартное оборудование — специальный аппарат УДАР-300-1. При отсутствии последнего оборудовать пост сварки сварочным трансформатором типа СТЭ с осциллятором и дросселем. Схема установки для ручной сварки приведена на рис. 1.

Горелки для сварки вольфрамовым электродом применять в зависимости от величины сварочного тока, на который они рассчитаны.

Установка УДАР-300-1 имеет малую (ток до 200 А, диаметр вольфрамового электрода 2—4 мм) и большую (до 400 А, $Д_э$= 3—6 мм) горелки с водяным охлаждением.

Горелка АР-3 предназначена для сварки током до 180 А с воздушным охлаждением, горелки ЭЗР-1—54 и ЭЗР-2—54 имеют допустимый ток 200 и 300 А при воздушном охлаждении. Указанные горелки применять для сварки при отсутствии водопроводной воды.

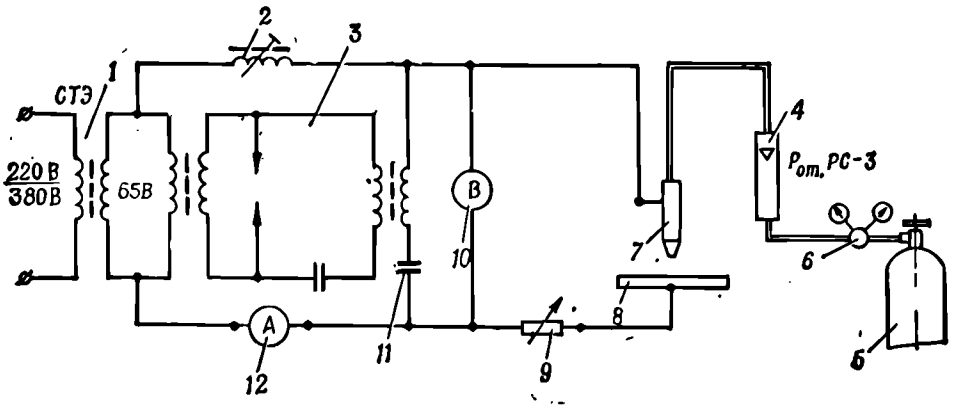


Рис. 1. Схемы для ручной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом на переменном токе:

1 — сварочный трансформатор; *2* — дроссель; *3* — осциллятор; *4* — ротаметр; *5* — баллон с аргоном; *6* — редуктор; *7* — горелка; *8* — свариваемое изделие; *9* — балластный реостат РБ-300; *10* — вольтметр; *11* — конденсатор; *12* — амперметр

Для газовой ацетилено-кислородной сварки применять стандартное газосварочное оборудование: генераторы ацетилена любых типов и горелки марок СУ и ГС. Для производства ацетилена употреблять только карбид кальция ГОСТ 1460—76.

Допускается применение ацетилена из баллона ГОСТ 5948—60.

Для электродуговой сварки алюминиевыми электродами применять стандартное электросварочное оборудование постоянного тока.

К сварочным материалам относятся сварочная (электродная) проволока и прутки, флюсы и газы, электроды.

При аргонодуговой, газовой и электродуговой сварке в качестве присадочного металла применять сварочную проволоку ГОСТ 7871—75 или прутки, химический состав которых аналогичен химическому составу свариваемого сплава.

Для сварки алюминиевых сплавов применять чистый аргон марки Б ГОСТ 10157—79 в баллонах под давлением 150 кгс/см^2.

При аргонодуговой сварке применять для расплавления основного металла и присадочной проволоки вольфрамовые электроды — прутки из чистого вольфрама марки ВРН диаметром 0,5—8 мм ТУ ВМ2-529—57.

Для газовой сварки применять флюс АФ-4А АМТУ-57 следующего состава (по массе в %):

Калий хлористый чистый ГОСТ 4234—77	50±1,5
Натрий хлористый чистый ГОСТ 4233—77	28±1,5
Литий хлористый технический ЦМТУ 3043—51 . . .	14±0,5
Натрий фтористый чистый ГОСТ 4463—76	8±0,5

Флюс хранить в стеклянной герметически закрывающейся посуде в сухом помещении при температуре не ниже 10°С и влажности воздуха до 70%. Флюс на рабочем месте разводить чистой водой до консистенции жидкой пасты. Флюс приготовлять в коробочках из нержавеющей стали.

Флюс, разведенный в воде, допускается хранить не более 9 ч. Добавление свежего флюса в его раствор по истечении 6 ч не допускается.

Для плазменной сварки применяется универсальный сварочный агрегат «Плазма-1» или «Плазма-2».

3. Меры безопасности

При сварке алюминиевых сплавов соблюдать общие меры безопасности, применяемые при электродуговой и газовой сварке.

Сварка в аргоне вольфрамовым электродом сопровождается интенсивной радиацией, в 5 раз большей, чем при ручной электродуговой сварке. Поэтому во избежание ожогов кожи необходимо защищать, кроме глаз, также и непокрытые части тела.

Аргон — нейтральный газ, удельный вес 1,4 кгс/см^3. Он может оказать вредное влияние на человека только тем, что повышенное его количество снижает нормальное содержание кислорода в воздухе. Поэтому при сварке в закрытых объемах необходимо обеспечивать вытяжку воздуха из нижней части объема. Обращение с баллонами аргона при транспортировании, хранении и эксплуатации должно соответствовать правилам Госгортехнадзора. При подготовке поверхностей деталей под сварку соблюдать общие меры безопасности при работах с кислотами и щелочами.

4. Подготовка деталей под сварку

Подготовка деталей перед сваркой независимо от способов сварки заключается в обезжиривании металла и удалении с его поверхности пленки окиси алюминия.

Свариваемые кромки деталей на расстоянии 30—40 мм вдоль стыка и присадочная проволока, а также поверхности, подлежащие наплавке или заварке и прилегающие к восстанавливаемому участку на расстоянии 30—40 мм, должны быть очищены от грязи, масла, лакокрасочных покрытий и окисной пленки.

Очистку производить ветошью, смоченной уайт-спиритом или бензином. Для удаления краски при необходимости применять органические растворители марок РС-2 МРТУ 6-10-952—70 и № 646 ГОСТ 13188—72.

Окисную пленку на свариваемой поверхности деталей и присадочной проволоке удалять механической зачисткой или химическим способом.

Местную зачистку производить с помощью ручных или механических проволочных щеток с диаметром проволок 0,2—0,5 мм. После зачистки щеткой свариваемое место повторно обезжирить. Сварку производить не позднее чем через 24 ч после механической зачистки.

Очистку поверхности деталей и присадочной проволоки химическим способом производить в такой последовательности:

обезжирить авиационным бензином марки БА ГОСТ 1012—72;

протравить в ванне, состоящей из 5% водного раствора едкого натрия ГОСТ 2263—71, при температуре 60—65°С в течение 8 мин;

промыть в горячей воде (не ниже 40°С);

осветлить в 15% водном растворе азотной кислоты ГОСТ 701—78 при температуре 60—65°С в течение 2—5 мин;

промыть в холодной, а затем в горячей воде;

просушить при температуре 60°С до полного удаления влаги.

Сварку выполнять не позднее чем через 5 суток после химической очистки.

Механическую обработку кромок деталей под сварку производить в зависимости от характера повреждения. Кромки вставок или накладок из листового металла обрабатывать в зависимости от толщины (стенки) деталей согласно табл. 1. Для подготовки трещин под заварку необходимо полностью удалить трещину до основного металла. При толщине стенки до 3 мм трещину допускается не разделывать. Вдоль трещины разделать канавку с углом раскрытия 60—70°, по концам трещины отверстия не сверлить.

5. Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом

Сварку производить ручным или механизированным способом с присадочной проволокой или без нее в нижнем положении.

Выбор марки присадочной проволоки для сварки, наплавки и заварки производить в зависимости от марки алюминиевого сплава детали согласно табл. 2.

Диаметр присадочной проволоки и вольфрамового электрода выбирать в зависимости от толщины свариваемой детали по табл. 3.

Режимы сварки указаны в табл. 4.

Детали с толщиной стенки более 20 мм перед сваркой предварительно подогревать до 250—350°С газовой горелкой (ремонт крупных или литых деталей).

Особенности технологии сварки заключаются в следующем.

Перед началом сварки необходимо включить охлаждающую воду для установки и горелки, установить требуемый расход аргона и проверить его поступление в горелку.

При сварке вольфрамовым электродом возбуждение дуги осуществляется с помощью осциллятора. Для начала процесса сварки необходимо разогреть вольфрамовый электрод до образования на его конце расплавленного шарика, обеспечивающего стабильность горения дуги. Возбуждение дуги и разогрев электрода производить в стороне от места сварки, а затем

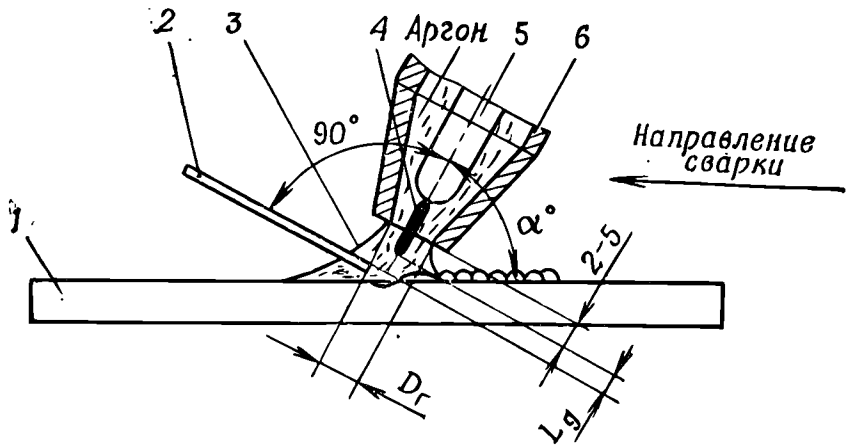


Рис. 2. Схема аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом:

1 — свариваемая деталь; *2* — присадочная проволока; *3* — зона газовой горелки; *4* — вольфрамовый электрод; *5* — водоохлаждаемый муидштук; *6* — сварочная горелка

нагревать свариваемые кромки до образования сварочной ванны со спокойной и блестящей поверхностью. Если сварочная ванна получится матовой и вокруг нее образуется закопченность, то необходимо увеличить расход аргона в горелке. Окисная пленка на поверхности сварочной ванны разрушается в полупериоды обратной полярности переменного тока (минус на детали). Схема процесса сварки с присадкой приведена на рис. 2. В начале сварки горелку держать вертикально к поверхности детали, а потом угол наклона составляет 60—85° в зависимости от толщины и скорости перемещения горелки. При сварке горелку перемещать слева направо углом вперед (левый способ).

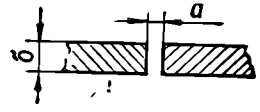
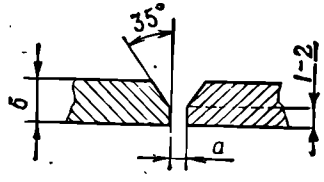
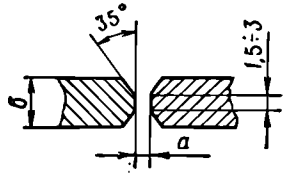
Присадочную проволоку подавать в ванну равномерными возвратно-поступательными движениями; конец проволоки не выводить из зоны газовой защиты аргоном. Во время сварки расстояние между сварочной ванной и вольфрамовым электродом поддерживать в пределах 3—6 мм.

Сварку, наплавку и заварку производить по возможности без перерывов. Гашение дуги осуществлять ее плавным удлинением.

При механизированной сварке горелку укреплять вертикально и присадочную проволоку подавать с помощью механизма автомата.

Таблица 1

Виды подготовки кромок под сварку

№ по пор.	Толщина δ металла, мм	Подготовка кромок под сварку	Виды соединений и основные размеры кромок, мм	Примечание
1	До 3 3—5		Стыковое без скоса кромок, одностороннее; зазор $a=0$—1,5 мм Стыковое без скоса кромок, двустороннее; зазор $a=0{,}5$—2 мм	
2	5—15		Стыковое с разделкой кромок, У-образное, для односторонней сварки зазор $a=1$—1,5 мм, притупление кромок 1—1,5 мм. Для двусторонней $a=1$—1,5 мм, притупление 1,5—2 мм	
3	Свыше 15		Стыковое Х-образное. Сварка с двух сторон. Зазор $a=1$—1,5 мм	

Продолжение

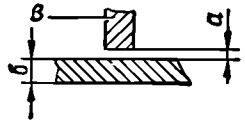
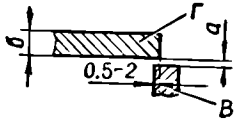
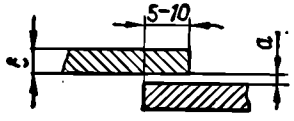
№ по пор.	Толщина δ металла, мм	Подготовка кромок под сварку	Виды соединений и основные размеры кромок, мм	Примечание
4	3—10		Тавровое соединение без скоса кромок, зазор $a=0$—0,5 мм	Допускается обрабатывать вертикальную полку В с У-ным и Х-ным скосом кромок (пп. 2 и 3)
5	3—10		Угловое без скоса кромок, зазор $a=0$—0,5 мм	Допускается обрабатывать полки В и Г с У-ным скосом кромок при толщине более 5 мм
6	3—10		Нахлесточное без скоса кромок, зазор $a=0$—0,5 мм	

Таблица 2

Выбор марки присадочной проволоки в зависимости от материала детали

Марка сплава детали	Марка присадочной проволоки ГОСТ 7871—75
Алюминий марок: АВ-1, АВ-2, А00, А0 ГОСТ 11070—74	Св-АК или Св-АВ00 (алюминия более 99,77%)
А1, А2, А3	Св-А1 (алюминия более 99,5%, железа 0,2—0,35%, кремния 0,1—0,25%)
Термически неупрочняемые сплавы марок:	
АД, АД1	СВ-А1
АМц	Св-АМц (марганца 1—1,5%, железа 0,3—0,5%, кремния 0,2—0,4%)
АМг, АМг3	Св-АМг3 (магния 3,2—3,8%, марганца 0,3—0,6%, кремния 0,5—0,8%) или Св-АК
АМг5, АМг5в	Св-АМг5 (магния 4,8—5,8%, марганца 0,5—0,8%)
АМг6, АМг61 ГОСТ 4784—74	Св-АМг6 (магния 5,8—6,8%, титана 0,1—0,2%) или Св-АМг7 (магния 6,5—7,5%, циркония 0,3%)
Литейные сплавы марок: АЛ1, АЛ8, АЛ13	Св-АК3 (кремния 2,7—3,2%, магния 0,5—0,9%)
АЛ2, АЛ4, АЛ5, АЛ6, АЛ9, АЛ11	Св-АК5 (кремния 4,5—6%, титана 0,15%) или Св-АК10 (кремния 7—10%)

Примечание. Диаметр присадочной сварочной проволоки 0,8—12 мм.

Таблица 3

Толщина свариваемой детали, мм	До 2	2—5	5—10	Свыше 12
Диаметр присадочной проволоки, мм	1—1,5	1,5—3	3—5	4—6
Диаметр вольфрамового электрода, мм	1—2	2—4	4—5	5—6

Таблица 4

Режимы ручной аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов вольфрамовым электродом

Толщина детали или катет шва, мм	Величина сварочного тока, А	Диаметр, мм		Расход аргона, л/мин	Характер выполнения сварки
		вольфрамового электрода	присадочной проволоки		
0,8	45—55	1	—	4—5	Встык без присадки на медной или нержавеющей подкладке
1	50—65	1 — 1,5	—		То же
	65—90		1		»
1,2	60—70	1,5 — 2	—	5—6	»
	70—90		1,5 — 2		»
1,5	70—90	2	—		»
	80—100		1,5		»
2	90—120	2 — 3	2	7—8	Сварка 2 или 3 прохода в зависимости от скорости перемещения горелки и подачи проволоки
3	100—160	3 — 4	2		
4	130—200	3 — 4	2 — 3	8—9	
5	140—220	4	3		
6	160—240	4 — 5	3 — 4	10—12	Количество проходов сварки зависит от скорости перемещения горелки, подачи проволоки и количества наплавляемого металла
8	180—270	5	4	12—14	
10	220—300		4 — 5	14 — 16	
Свыше 12	250—320	5 — 6	4 — 6	16	

Примечание. **Минимальные значения тока относятся к сварке на весу, максимальные — на подкладке в приспособлении.**

Скорость ручной сварки в среднем составляет около 1 м/ч, а механизированной — от 4 до 40 м/ч в зависимости от толщины детали.

Наиболее рациональным видом соединения для ремонта деталей из алюминиевых сплавов является стыковое, обеспечивающее равнопрочность с основным металлом. При сварке необходимо прижимать кромки к подкладке с канавкой в сборочно-сварочном приспособлении для уменьшения деформаций и остаточных напряжений после сварки. Детали толщиной 1—2 мм сваривать только на подкладке.

После окончания сварки детали сложной формы (картеры, блоки цилиндров и рубашки) медленно охлаждать, обложив места сварки асбестом.

6. Газовая сварка

Режимы ручной сварки — мощность горелки и диаметр присадочной проволоки в зависимости от толщины детали — приведены в табл. 5.

Таблица 5

Режимы ручной газовой сварки

Толщина детали, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Расход ацетилена, л/ч	Давление кислорода, кгс/см²	Номер наконечника горелки
0,5—0,8	1—1,5	50	0,5	0
1	1,5	75	0,5—1	0—1
1,2	1,5—2	75—100		1
1,5—2	2—3	150—300	1,0—1,5	1—2
3—4	3—4	300—500	1,5—2	2—3
5—7	4—5	600—900	2—2,5	3—4
7—10	6—8	1000—1500	2,5—3	4—5
Свыше 10	8—10	1500—1750	3	5—6

Сварку, наплавку и заварку производить нормальным (нейтральным) пламенем — отношение кислорода к ацетилену равно 1,1; сварка с избытком кислорода не допускается.

Свариваемый металл должен находиться на расстоянии 3—5 мм от конца белого ядра пламени; сварка ядром пламени не допускается.

Присадочную проволоку перед сваркой покрывать флюсом-обмазкой. Покрытие проволоки производить с помощью кисти или окунанием во флюс АФ-4А, разведенный чистой водой до консистенции жидкой пасты. Флюс при сварке растворяет пленку окиси алюминия и образует легкоплавкий шлак для предохранения металла от дальнейшего окисления.

В начале сварного шва производить подогрев места сварки до образования жидкого металла (сварочной ванны) пламенем горелки. При сварке деталей толщиной более 15 мм место сварки предварительно подогревать до температуры 250—350°С сварочной или дополнительной горелкой. Для определения температуры подогрева применять термочувствительные карандаши.

Подогретые свариваемые кромки засыпать тонким слоем флюса, при возможности подложить с обратной стороны стальную подкладку для предупреждения провала металла в месте сварки. В процессе наложения шва присадочный металл расплавлять в сварочной ванне, нагревая его пламенем горелки. Сварку выполнять левым способом (пламя направлено от шва и горелку вести справа налево) при толщине деталей до 5 мм. Угол наклона горелки к поверхности свариваемой детали должен быть в пределах 30—45°. Присадочную проволоку держать под углом 40—50° к поверхности детали. Процесс сварки вести без отрыва пламени от шва в нижнем положении и за один проход. Повторная сварка (проход) не допускается.

Заварку трещин проводить участками длиной 50 мм, начиная от середины трещины поочередно в противоположные стороны к их концам.

Сварку листов начинать, отступив от края 80 мм, с последующей сваркой этого участка в обратном направлении.

Удаление флюса с поверхности сварного соединения проводить не позднее чем через 6 ч после окончания сварки. Остатки флюса удалять в такой последовательности:

промыть горячей водой (60—80°С) с помощью волосяных щеток;

промыть в 2—3% водном растворе хромпика (бихромат калия технический) ГОСТ 2652—78, нагретого до температуры 60—80°С;

промыть повторно в горячей воде.

Качество промывки определять 2% раствором азотнокислого серебра ГОСТ 1277—75. Если капли этого раствора, нанесенные не менее чем в трех точках сварного шва, вызывают образование тяжелого белого осадка, то промывку повторить.

Контроль качества сварных швов производить следующими методами:

100% внешним осмотром;

испытанием на герметичность гидравлическим давлением для отремонтированных сосудов, емкостей или узлов.

Качественный шов имеет ровную поверхность без трещин, раковин, непроваров, подрезов и других дефектов.

Детали из литейных сплавов после сварки желательно подвергать отжигу при 300—350°С для получения мелкозернистой структуры металла шва и устранения внутренних напряжений.

Таблица 6

Выбор марки электрода при электродуговой сварке

Марка сплава детали	Марка электрода	Марка сварочной проволоки	Величина сварочного тока, А			
			Диаметр электрода, мм			
			4	5	6	8*
АД0, АД1, АД	ОЗА-1, АФ-4аКр	Св-А1, АД	120—160 150—220	150—220 210—280	200—300 270—360	— 350—450
АМц	А2	Св-АМц	150—220	210—280	270—360	350—450
АМг, АМг3 АМг5, АМг6	ВАМИ	Св-АМг3	150—180	220—260	280—320	380—420
АЛ2, АЛ4, АЛ5, АЛ9, АЛ11 (литейные)	ОЗА-2	Св-АК5	120—160	150—220	200—320	

Примечания. 1. Перед сваркой электроды необходимо просушить при 150—200°С в течение 1 ч.
2. Длина электродов равна соответственно для диаметров 4 мм — 350 мм, 5 мм — 400 мм и 6—8 мм — 450 мм.
Электроды имеют покрытие галогенидного типа.

* Электроды диаметром 8 мм применять при наличии источника тока на 500 А.

7. Электродуговая сварка

При ручной электродуговой сварке алюминиевыми электродами применять стержни, изготовленные из сварочной проволоки ГОСТ 7871—75.

Выбор марки электрода для сварки, наплавки и заварки производить в зависимости от марки алюминиевого сплава согласно табл. 6.

Перед сваркой производить предварительный подогрев до 150—300°С.

Режимы ручной сварки в зависимости от толщины детали приведены в табл. 7. Величина сварочного тока зависит также от марки (химического состава) электродной проволоки. Сварку алюминиевых сплавов производить в постоянном токе обратной полярности (отрицательный полюс источника подключать к свариваемой детали) в нижнем положении. Процесс сварки вести короткой дугой с минимальными поперечными колебаниями, обрыв дуги не производить. При смене электродов или после вынужденного обрыва сварочной дуги зажигание дуги производить вне места сварки (сварочной ванны и кратера) с последующим заплавлением.

После окончания сварки деталь или место сварки промыть горячей водой и очистить от шлака металлической или волосяной щеткой.

Таблица 7

Режимы ручной электродуговой сварки

Толщина детали, мм	Диаметр электрода, мм	Величина сварочного тока, А	Примечание
1—3	3	80—130	Напряжение на дуге равно 25—32 В в зависимости от величины тока
3—5	4	150—180	
5—8	5	250—320	
8—10	6	300—350	
10—15	8	350—400	
Свыше 15	10	400—450	

8. Плазменная сварка

Сварку нержавеющих сталей, медных сплавов и титана производить на прямой полярности, а алюминиевых сплавов — на обратной полярности.

В зависимости от толщины свариваемого металла и подготовки кромок сварка может производиться как с применением присадочной проволоки, так и без нее.

Ориентировочные режимы сварки, марки и диаметры присадочной проволоки приведены в табл. 8.

Таблица 8

Ориентировочные режимы плазменной сварки, марки и диаметры присадочной проволоки *

Марка сплава детали	Толщина детали, мм	Величина сварочного тока, А	Расход аргона, л/мин	Марка присадочной проволоки	ГОСТ, ТУ	Диаметр присадочной проволоки, мм
12Х18Н9Т (Х18Н9Т), 12Х18Н10Т (Х18Н10Т)	0,5 — 6	15 — 200	5 — 10	Св-06Х19Н9Т	ГОСТ 2246—70	0,3 — 3
Д16	1,5 — 3	50 — 110	8,5 — 10	Св-АМг6	ГОСТ 7871—75	1 — 2
АМг6**	0,8 — 12	25 — 300	5 — 15	Св-АМг6, Св-АМг7	ГОСТ 7871—75	0,8 — 5
АД1**	1 — 12	40 — 300	6,5 — 15	Св-А97	ГОСТ 7871—75	0,8 — 4
АЛ2**	1,5 — 10	40 — 280	8,5 — 13	Св-АК5	ГОСТ 7871—75	1 — 5
АЛ9**	2 — 15	50 — 300	10 — 17	Св-АК10	ГОСТ 7871—75	1 — 6
БрАЖ9—4***	1 5 — 10	70 — 250	10 — 17	БрАЖМц10—3—1,5	ГОСТ 16130—72	0,8 — 3
Медь***	0,8 — 5	80 — 300	10 — 17	БрКМц3—1; М1	ГОСТ 16130—72	0,8 — 3
Латунь Л63	0,8 — 5	40 — 200	10 — 17	Л63	ГОСТ 16130—72	0,8 — 3
Титан ВТ-3	1 — 8	20 — 250	6,5 — 17	ВТ1—1с	АМТУ 449—65	1 — 5

* Режимы сварки приведены для сварки встык без разделки кромок.

** При толщине свариваемого металла 8 мм и более количество проходов выбирается в зависимости от скорости перемещения плазмотрона, подачи проволоки и количества наплавляемого металла.

*** При толщине свариваемого металла 4 мм и более количество проходов выбирается в зависимости от скорости перемещения плазмотрона, подачи проволоки и количества наплавляемого металла.

Детали толщиной 0,8—2 мм сваривать на подкладке.

При сварке в угол расход аргона должен быть уменьшен в 2 раза по сравнению с указанным в табл. 8, но не менее 5 л/мин; при сварке с внешней стороны угла расход аргона должен быть увеличен в 1,5 раза по сравнению с указанным в табл. 8.

При сварке на прямой полярности на токах до 100 А применять электрод № 2, на токах до 300 А — электрод № 3.

При сварке на обратной полярности на токах до 100 А применять электрод № 1, на токах до 300 А — электрод № 3.

Зажигание дуги производить касанием электрода об изделие. При обрывах дуги во избежание налипания металла на горячий электрод новое зажигание производить не ранее чем через 2—3 с.

Сварку производить при равномерной скорости перемещения плазмотрона. Высота расположения плазмотрона над изделием должна составлять 4—8 мм. При увеличении расстояния плазмотрона от изделия уменьшается зона защиты аргоном области сварки.

При окислении сварочной ванны необходимо увеличить расход аргона. Присадочную проволоку подавать в ванну равномерными возвратно-поступательными движениями и конец проволоки не выводить из зоны газовой защиты аргоном. Гасить дугу удалением плазмотрона от детали.

ИНСТРУКЦИЯ ПО СВАРКЕ ЧУГУНА

При ремонте ракетно-артиллерийского и радиотехнического вооружения для деталей из чугуна применять газовую сварку, наплавку и заварку и электродуговую сварку (чугунными и металлическими электродами).

Сварка деталей из чугуна представляет значительные трудности вследствие особых (химических и физических) свойств сплава, которые следует учитывать при сварке.

К таким свойствам относятся:

способность образовывать твердые закалочные структуры (отбеливание чугуна) при быстром охлаждении чугуна, нагретого до температуры выше 760°С; закаленные зоны увеличивают хрупкость, снижают прочность сварного соединения и создают невозможность обработки его режущим инструментом;

образование тугоплавких окислов (кремния и марганца), имеющих более высокую температуру плавления, чем основной металл, затрудняет сплавление основного и присадочного металла, поэтому необходимо применять флюс для удаления окислов из сварочной ванны;

при нагреве происходит быстрый переход чугуна из твердого состояния в жидкое и, наоборот, сразу, минуя пластичное состояние;

жидкотекучесть чугуна обусловливает необходимость его сварки только в нижнем положении;

опасность образования трещин, возникающих при сварке вследствие неравномерного нагрева деталей.

Газовую и электродуговую сварки чугуна производить одним из следующих способов:

с общим предварительным подогревом деталей до температуры 500—600°С (горячая сварка);

с местным предварительным подогревом деталей (изделия);

без предварительного подогрева деталей (холодная сварка).

Выбор способа сварки назначать в зависимости от размеров и конструкции деталей, места расположения дефекта в деталях и степени ответственности изделия.

Детали сложной формы, имеющие приливы и переменное сечение и требующие после сварки последующей механической обработки, сваривать с общим предварительным подогревом во избежание появления в них трещин и внутренних напряжений от неравномерного нагрева. Подогрев призводить в печи, горне или яме медленно, постепенно и равномерно.

Детали малых размеров и простой формы подогревать пламенем сварочной горелки.

Местный предварительный подогрев деталей в месте сварки или наплавки производить газовой горелкой до температуры 350—500°С. Для деталей сложной формы применять дополни-

тельные нагревы отдельных их мест, обеспечивающие свободное расширение металла в месте сварки, во избежание появления трещин в швах. При этом можно использовать две горелки, одна из которых служит для сварки, а другая — для нагрева. Примеры назначения мест дополнительного нагрева для деталей сложной формы показаны на рис. 1.

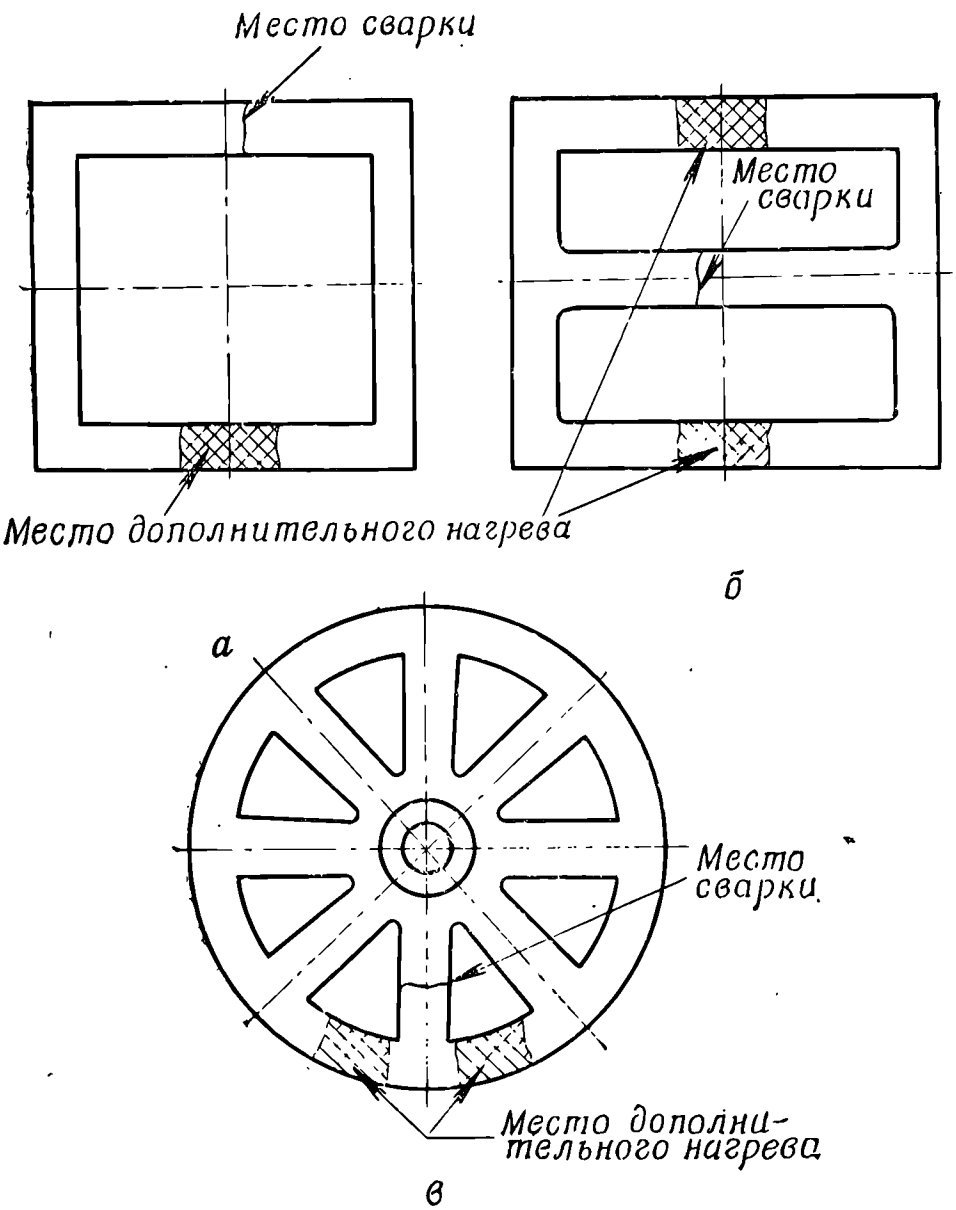


Рис. 1. Заварка трещин в чугунных деталях:
а и *б* — в чугунной раме; *в* — в ступице колеса

После достижения заданной температуры общего или местного подогрева деталь или место сварки, наплавки и заварки закрыть асбестом ГОСТ 23779—79.

При подготовке поверхностей детали под сварку, наплавку и заварку удалять краску, ржавчину, окалину механическим путем. Места дефектов вырубать и обрабатывать под заварку с углом разделки 40—60° до основного металла.

После выполнения сварки (газовой и электродуговой) всю деталь или наплавленное место детали медленно и равномерно охлаждать, для чего закрыть их асбестом или засыпать песком, нагретым до 250—300°С. При охлаждении деталей сложной формы следует подогревать элементы небольшого сечения, так как они охлаждаются быстрее, чем элементы с более толстым сечением.

Газовая сварка и пайка чугуна

Газовую сварку и пайку чугуна производить с общим или местным предварительным подогревом деталей. Серый чугун сваривать газовой сваркой с применением чугунных прутков. Ковкий и высокопрочный (модифицированный глобулярный) чугун целесообразнее паять латунью, так как требуемая температура нагрева меньше, чем при сварке.

В качестве присадочного металла применять:

сварочные чугунные прутки ГОСТ 2671—70 согласно табл. 1;

сварочную латунную проволоку согласно табл. 1.

Таблица 1

Марка присадочного металла	Примечание
Сварочные чугунные прутки ГОСТ 2671—70 марки А	Для сварки сложных деталей из серого чугуна с предварительным подогревом
Сварочные чугунные прутки ГОСТ 2671—70 марки Б	Для сварки деталей из серого чугуна с местным предварительным подогревом, когда после сварки охлаждение ее протекает с большой скоростью
Сварочная латунная проволока следующих марок:	
ЛО62-1 ГОСТ 17711—72	Для пайки деталей из ковкого и высокопрочного чугунов
ЛК62-05	То же, при отсутствии ЛО62-1
Л62	То же, при отсутствии ЛК62-05
ЛМц 58-2	То же, при отсутствии Л62

Примечание. Сварочная латунная проволока имеет температуру плавления 850—900°С, т. е. значительно ниже температуры плавления чугуна, равной примерно 1200°С.

Мощность наконечника сварочной горелки при сварке подбирать из расчета 100—120 л/ч ацетилена на 1 мм толщины свариваемой детали, а при пайке — 75 л/ч на 1 мм толщины.

Сварку и пайку чугуна производить нормальным ацетиленокислородным пламенем или с небольшим избытком ацетилена.

При сварке чугуна применять флюсы № 1, 2, 3 и 4, а для пайки — № 1, 2, 5 и 6, указанные в табл. 2. Флюс применять в

виде сухого порошка и вводить в сварочную ванну двумя способами: засыпая его на поверхность сварочной ванны или же окуная нагретый конец присадочного металла во флюс. Флюс обладает гигроскопичностью, поэтому его следует хранить в герметической посуде и сухом месте.

Таблица 2

Состав флюса в % по массе	Номер флюса					
	1	2	3	4	5	6
Бура (переплавленная) $Na_2B_4O_7$ ГОСТ 8429—77	100	56	23	—	70	50
Углекислый натрий Na_2CO_3 ГОСТ 83—79	—	22	27	50	—	—
Углекислый калий (поташ) K_2CO_3 ГОСТ 4332—76	—	22	—	—	—	—
Азотнокислый натрий $NaNO_3$ ГОСТ 4168—79	—	—	50	—	—	—
Двууглекислый натрий $NaHCO_3$ ГОСТ 2156—76	—	—	—	50	—	—
Борная кислота H_3BO_3 ГОСТ 9656—75	—	—	—	—	10	50
Хлористый натрий (поваренная соль) NaCl ГОСТ 4233—77	—	—	—	—	20	—

Перед началом сварки производить предварительный подогрев деталей до температуры 500°С сварочной горелкой. При подогреве сложных и крупных деталей применять дополнительные газовые горелки. Сварку выполнять только в нижнем положении. Предварительно подогретые свариваемые кромки, место наплавки или заварки нагреть при сварке пламенем горелки до оплавления и образования сварочной ванны, затем засыпать флюсом и вводить присадочный металл, покрытый флюсом. В процессе горячей сварки сварочную ванну поддерживать в расплавленном состоянии по всей поверхности и концом присадочного металла периодически ее перемешивать для облегчения выхода газов. Сварку выполнять без перерывов, конец присадочного металла периодически обмакивать во флюс.

При пайке чугуна свариваемые кромки (поверхности) детали не расплавлять, а нагревать до температуры 900—930°С и производить лужение латунью места пайки. При лужении кромки посыпать флюсом и затем натирать их концом присадочного металла, расправляя его. После лужения производить наплавку или заварку латунью до образования слоя требуемой толщины или заполнения разделки. Наплавленный металл пластичен и лучше чугуна сопротивляется растяжению и ударам, но менее прочный.

Таблица 3

Технические характеристики электродов для сварки и наплавки чугуна

Марка электрода, ГОСТ	Марка электродного стержня, ГОСТ	Применение электродов	Технологические особенности при сварке
ОМЧ-1 ГОСТ 2671—70	Литые чугунные прутки марки Б ГОСТ 2671—70 со специальным покрытием	Для сварки деталей из серого чугуна с предварительным общим или местным подогревом до 400—600°С	Длина валиков 25—30 мм, ширина 2—3 диаметра электрода
ЦЧ-4 ГОСТ 9466—75	Сварочная проволока Св-08 и Св-08А ГОСТ 2246—70 с фтористо-кальциевым покрытием	Для сварки серого чугуна и высокопрочного магниевого чугуна без подогрева и с подогревом деталей до 150—250°С	Глубина проплавления свариваемого чугуна должна быть минимальной. Применять для наплавки первых одного-двух слоев на изношенных деталях под последующую наплавку специальными электродами
ЦЧ-3А ГОСТ 9466—75	Сварочная проволока марки Св 08Н50 ГОСТ 2246—70 с фтористо-кальциевым покрытием	Для сварки серого и высокопрочного чугуна без подогрева	Длина валиков 70—100 мм, повторно-возвратные движения электрода через каждые 20—30 мм. После наложения каждого шва необходимо проковать его в горячем состоянии, охладить деталь до 60°С и выполнить следующий валик
АНЧ-1 ГОСТ 9466—75	Сварочная проволока марки Св-04Х19Н9 и Св-04Х19Н9Т в оболочке из меди марки М2 или М3 ГОСТ 859—66 с фтористо-кальциевым покрытием	Для сварки серого чугуна без подогрева	Швы проковать в горячем состоянии и охладить до 60°С перед выполнением следующего валика. Допускается сварка в вертикальном положении

Продолжение

Марка электрода, ГОСТ	Марка электродиого стержня, ГОСТ	Применение электродов	Технологические особенности при сварке
ОЗЧ-1 ГОСТ 9466—75	Электроды из медной проволоки ГОСТ 2112—71 с фтористо-кальциевым покрытием, содержащим железный порошок	Для сварки и наплавки серого чугуна, заварки дефектов без подогрева. Электрод пластичный, прочный и плотный, но труднообрабатываемый шов. Заварка трещин на деталях, требующих герметичности швов, при толщине стенки до 15—20 мм	Сварку выполнять короткой дугой, длина валиков 30—60 мм; швы проковать в горячем состоянии, охладить деталь до 60°С перед выполнением следующего шва. Допускается сварка в вертикальном и полупотолочном положениях
МНЧ-1 ГОСТ 9466—75	Электроды из проволоки НМЖМц (монель) или МНМц (константан) ГОСТ 492—73 с фтористо-кальциевым покрытием	Для серого чугуна без подогрева. Применять для сварки первого (обеспечивающего плотность) и последнего (обрабатываемого) слоев, а промежуточные слои выполнять электродами ОЗЧ-1, так как они более дешевые и менее дефицитные	Сварку выполнять короткой дугой, длина валиков 15—20 мм; швы проковать в горячем состоянии, охладить деталь до 60°С перед выполнением следующего шва. Допускается сварка в вертикальном и полупотолочном положениях

Примечания: 1. Металл шва, наплавленный электродами марок ЦЧ-4 и МНЧ-1, хорошо обрабатывается режущим инструментом.

2. Механическую обработку швов, выполненных электродами марок ОМЧ-1, ОЗЧ-1 и АНЧ-1, производить абразивным и твердосплавным инструментом.

Электродуговая сварка чугуна

Для сварки чугуна применять электроды с чугунными и стальными стержнями, специальные электроды из монель-металла (никель+медь). Выбор марки электрода для сварки деталей, наплавки и заварки дефектов в деталях производить в зависимости от марки чугуна и способа сварки (с предварительным подогревом или без подогрева) согласно табл. 3. Электроды перед применением сушить при 150—200°С в течение 1—1,5 ч. При сварке и наплавке применять ток обратной полярности (минус от источника тока на детали). Сварку чугуна выполнять только в нижнем положении. Величину сварочного тока выбирать в зависимости от диаметра и марки электрода, руководствуясь данными табл. 4.

Таблица 4

Марка электрода	Размеры электродов, мм		Величина сварочного тока, А
	диаметр	длина	
ОМЧ-1	6	350	250—350
	8	450	350—450
	10	450	450—550
ЦЧ-4	3	350	60—75
	4	400, 450	90—100
ЦЧ-3А	4	400	110—130
	5	450	140—160
	6	450	170—190
АНЧ-1	3,5	300—350	100—120
ОЗЧ-1	3	250	100—120
	4	350	120—140
	5	450	160—190
МНЧ-1	3	250	90—110
	4	350	120—140
	5	450	160—190

Примечания:. 1. Электроды ОМЧ-1 диаметром 8 и 10 мм допускается применять при наличии оборудования.

2. Сварку электродом ОМЧ-1 допускается производить на переменном токе.

Горячую сварку (с подогревом) производить короткими валиками с повторно-возвратными движениями электрода. Ванну в процессе сварки и наплавки поддерживать в жидком состоянии.

Холодную сварку производить короткими валиками с охлаждением детали от сильного нагрева и с проковкой металла шва в горячем состоянии.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЦЕМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ

Цементация деталей повышает поверхностную твердость деталей и увеличивает их стойкость против истирания. Цементации (насыщению поверхностного слоя стальных деталей углеродом) подвергаются обычно детали из малоуглеродистых сталей с содержанием углерода не более 0,3%, а также детали, изготовленные из легированных сталей марок 15Х, 20Х, 15Г, 20ХН, 12ХН2А, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А, 20ХГ, 15ХФ, 20ХФ, 12Х2Н3МА, 18Х2Н4МА, 18ХНВА и др.

После цементации детали подлежат обязательной термообработке.

Состав и приготовление цементационных составов

Цементация производится в карбюризаторах — смесях, богатых углеродом, способных легко передавать углерод в сталь.

Карбюризаторы применять одного из следующих составов (по массе в %):

1. Древесный уголь	90
Сода кальцинированная Na_2CO_3 ГОСТ 5100—73	10
2. Древесный уголь	80
Углекислый барий $BaCO_3$ ГОСТ 4158—80	20
3. Торфяной кокс	80
Сода кальцинированная Na_2CO_3 ГОСТ 5100—73	20

Для цементации применяется уголь из твердых пород дерева (береза, дуб, бук), измельченный до величины зерен 5—12 мм и очищенный от пыли на сите с ячейками около 2 мм.

Карбюризатор должен быть хорошо перемешанным и сухим.

В целях экономии карбюризатора рекомендуется для цементации применять смесь из 25% свежего и 75% бывшего в употреблении карбюризатора. Карбюризатор, бывший в употреблении, должен быть очищен от пыли на сите.

Процесс цементации

1. Цементацию производить в сварных ящиках размером примерно 250×300×400 мм, изготовленных из малоуглеродистой листовой стали толщиной 4—6 мм. Ящики должны плотно закрываться крышками. Допускается изготовлять ящики любых размеров по форме деталей, однако следует иметь в виду, что расстояние от стенок ящика до уложенных в него деталей должно быть не менее 20 мм.

2. На дно ящика насыпать слой карбюризатора толщиной 20—30 мм и уплотнить его; на этот слой уложить ряд деталей на расстоянии 20—30 мм одна от другой и от стенок ящика. Сверху деталей насыпать новый слой карбюризатора толщиной

30—40 мм и утрамбовать его. Затем таким же способом уложить следующие ряды деталей до заполнения ящика. Верхний ряд деталей засыпать слоем карбюризатора толщиной 25—40 мм. После закрывания ящика крышкой детали в нем не должны сдвигаться. Для контроля глубины цементации в ящик вложить или вставить через отверстие в крышке образец-свидетель из прутковой стали той же марки, что и цементируемые детали, диаметром 8—10 мм.

3. Закрыть ящик крышкой, щели между стенками ящика и крышкой промазать глиной и просушить.

4. Загрузить ящик в печь, довести температуру печи до 900—950°С и выдержать ящик при этой температуре в течение нескольких часов в зависимости от глубины цементации. При этом учитывать, что за каждый час выдержки толщина цементированного слоя увеличивается примерно на 0,1 мм.

5. Вынуть ящик из печи, вынуть образец-свидетель и закалить его, как указано ниже. Затем сломать образец-свидетель и по излому определить глубину цементации. Если глубина цементации достаточная, то дать возможность ящику с деталями остыть до окружающей температуры.

Предохранение поверхности деталей от цементации

Если нужно подвергнуть цементации только часть детали, то остальную поверхность предохранять от цементации. В этих случаях цементируемые поверхности детали перед цементацией покрывать слоем краски.

Способ приготовления краски следующий:

прокалить свинцовый сурик ГОСТ 19151—73 и двухлористую медь ($CuCl_2$) до появления коричневого цвета; каждое вещество прокаливать в отдельной посуде;

растолочь и растереть в ступе 250 г $CuCl_2$ и перемешать его со 100 г свинцового сурика до получения однородной массы;

в приготовленную массу добавить 150 $см^3$ спирта-ректификата ГОСТ 18300—72 и тщательно перемешать;

долить канифольного раствора, состоящего из 100 $см^3$ спирта-ректификата и 18 г канифоли ГОСТ 19113—73, и перемешать.

Поверхность деталей покрывать краской с помощью кисточки.

Кроме указанного способа для предохранения отдельных поверхностей деталей от цементации можно пользоваться методом омеднения, заключающимся в следующем. Поверхность детали, подлежащую омеднению, обезжирить способом, указанным в приложении 4, затем кисточкой наносить на поверхность детали слой насыщенного раствора медного купороса в воде до тех пор, пока на поверхности не образуется сплошной слой меди. Можно применять также обмазку, состоящую из двух частей талька и одной части огнеупорной глины, замешанной на воде.

Для предохранения отверстий от цементации забивать их медными пробками.

Цементированный слой можно удалять механической обработкой. В этом случае детали, поступающие для цементации, должны иметь припуск на обработку в тех местах, в которых не допускается образование цементированного слоя. Толщина припуска должна быть в 1,5—2 раза больше глубины цементированного слоя.

Термическая обработка цементированных деталей

Термическую обработку цементированных деталей производить в следующем порядке:

1. Нагреть детали до 760—850°С и охладить в воде (закалка).

2. Нагреть детали до 160—180°С и выдержать 1—2 ч, после чего охладить в масле (отпуск). Твердость таких деталей будет 60—63RC. Для уменьшения твердости температура отпуска может быть повышена до 300—400°С.

3. Ответственные детали, работающие при ударной и переменной нагрузках, перед закалкой и отпуском рекомендуется нормализовать (нагреть до 900°С и охладить на воздухе) или подвергать двойной закалке: первую закалку производить при температуре нагрева 860—930°С с охлаждением в масле, вторую— при 760—850°С. Отпуск производить, как указано выше, до требуемой твердости.

ТАБЛИЦЫ ЗНАЧЕНИЙ ТВЕРДОСТИ И РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННЫХ КАТЕГОРИЙ ПРОЧНОСТИ

I. Значения твердости для различных категорий прочности

Категория прочности	Твердость по Бринеллю НВ	Твердость по Роквеллу HRC
КТ-35	178 — 229	7—20
КТ-40	192 — 241	11—23
КТ-45	197 — 248	12—24
КТ-50	201 — 255	13—25
КТ-55	217 — 262	17—26
КТ-60	229 — 269	20—27
КТ-65	248 — 293	24—30
КТ-70	262 — 311	26—32
КТ-75	277 — 331	28—35
КТ-80	293 — 352	30—38

II. Режимы термической обработки для обеспечения определенных категорий прочности заготовок в зависимости от марки стали

Категория прочности	Марка стали	Закалка		Отпуск	
		температура нагрева, °С	охлаждающая среда	температура нагрева, °С	охлаждающая среда
КТ-35	40	850	Вода	650	Воздух
	40Х	850	Масло	680	"
	50Г	840	Вода	580	"
КТ-40	40	850	"	640	"
	50	850	"	600	"
	35ХМА	850	"	610	"
	30ХН3	820	Масло	620	"
КТ-45	50	850	Вода	580	"
КТ-50	35Х	850	Масло	600	"
	40Х	850	"	620	"
	35ХМА	850	Вода	600	"
	ОХМ	850	Масло	620	"
КТ-55	40Х	850	"	600	"
	ОХМ	850	"	600	"
	ОХН1М	850	"	620	"
	25Н3	820	"	500	"
КТ-60	35Х	860	"	500	"
	40Х	850	"	580	"
	35ХМА	850	"	580	"
	25Н	880	Вода	600	"
	25Н3	820	Масло	480	"
КТ-65	35ХМА	850	"	560	"
КТ-70	40Х	850	"	560	"
	35ХМА	850	"	550	"
КТ-75	35ХМА	850	"	500	"
	ОХН3М	850	"	600	"

III. Продолжительность нагрева и выдержки в минутах в зависимости от сечения детали при нагреве в печи или горне (для углеродистой стали)

Сечение детали, мм²	Закалка		Отпуск	
	нагрев	выдержка	нагрев	выдержка
25	20	5	25	10
50	40	10	50	15
75	50	15	75	20
100	80	20	100	25
125	100	25	125	30
150	120	30	150	40

Нагрев производить в кузнечном горне (на древесном угле или коксе).

Температура должна быть на 10—30°С выше заданной температуры закалки.

При нагреве обеспечить равномерный нагрев детали.

Для легированной стали продолжительность нагрева и выдержки должна быть увеличена на 25—40%, а при высоком отпуске (350—680°С) это время принимать равным 1—3 ч.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР ПО ЦВЕТАМ КАЛЕНИЯ И ЦВЕТАМ ПОБЕЖАЛОСТИ

При отсутствии термопары температуру нагрева стальных деталей в пределах 220—1300°С определять по цветам побежалости и по цветам каления, пользуясь следующими данными:

Цвета побежалости

	Температура, °С
Светло-желтый	220
Темно-желтый	240
Коричнево-желтый	255
Красно-коричневый	265
Пурпурно-красный	275
Фиолетовый	285
Васильково-синий	295
Светло-синий	310
Серый	325

Цвета каления

Темно-коричневый	550—580
Коричнево-красный	580—650
Темно-красный	650—730
Темно-вишнево-красный	730—770
Вишнево-красный	770—800
Светло-вишнево-красный	800—830
Светло-красный	830—900
Оранжевый	900—1050
Темно-желтый	1050—1150
Светло-желтый	1150—1250
Ярко-белый	1250—1300

ТАБЛИЦЫ СООТНОШЕНИЙ ЧИСЕЛ ТВЕРДОСТИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ НАПИЛЬНИКАМИ

1. Соотношение чисел твердости

Таблица 1

Твердость по Бринеллю НВ		Твердость по Роквеллу HRC	
		Шкала	
Диаметр отпечатка, мм	НВ	С	В
2,20	780	72	—
2,25	745	70	—
2,30	712	68	—
2,35	682	66	—
2,40	653	64	—
2,45	627	62	—
2,50	601	60	—
2,55	578	58	—
2,60	555	56	—
2,65	534	54	—
2,70	514	52	—
2,75	495	50	—
2,80	477	49	—
2,85	461	48	—
2,90	444	46	—
2,95	429	45	—
3,00	415	43	—
3,05	401	42	—
3,10	388	41	—
3,15	375	40	—
3,20	363	39	—
3,25	352	38	—
3,30	341	36	—
3,35	331	35	—
3,40	321	33	—
3,45	311	32	—
3,50	302	31	—
3,55	293	30	—
3,60	285	29	—
3,65	277	28	—
3,70	269	27	—
3,75	262	26	—
3,80	255	25	—
3,85	248	24	—
3,90	241	23	102
3,95	235	21	101
4,00	229	20	100
4,05	223	19	99
4,10	217	17	98
4,15	212	15	97
4,20	207	14	95
4,25	201	13	94

Продолжение

Твердость по Бринеллю НВ		Твердость по Роквеллу HRC	
Диаметр отпечатка, мм	НВ	шкала	
		С	В
4,30	197	12	93
4,35	192	11	92
4,40	187	9	91
4,45	183	8	90
4,50	179	7	90
4,55	174	6	89
4,60	170	4	88
4,65	167	3	87
4,70	163	2	86
4,75	159	1	85
4,80	156	0	84
4,85	152	—	83
4,90	149	—	82
4,95	146	—	81
5,00	143	—	80
5,05	140	—	79
5,10	137	—	78
5,15	134	—	77
5,20	131	—	76
5,25	128	—	75
5,30	126	—	74
5,35	123	—	73
5,40	121	—	72
5,45	118	—	71
5,50	116	—	70
5,55	114	—	68
5,60	111	—	67
5,65	110	—	66
5,70	109	—	65
5,75	107	—	64

2. Определение твердости напильниками

Твердость стали приблизительно можно определить с помощью напильников, руководствуясь данными табл. 2.

Таблица 2

Твердость детали RC	Обрабатываемость детали напильником 2-го класса
До 40	Легко обрабатывается
42—48	Обрабатывается, но напильник быстро притупляется
50—55	Обрабатывается плохо, напильник проскальзывает
Свыше 55	Не обрабатывается

При определении твердости деталь в тисках не зажимать (держать в руке).

Для более точного определения твердости с помощью напильника необходимо иметь набор образцов известной твердости.

Сравнивая сцепляемость напильника с насечкой № 2 с образцом и проверяемой деталью, можно более точно определить твердость детали.

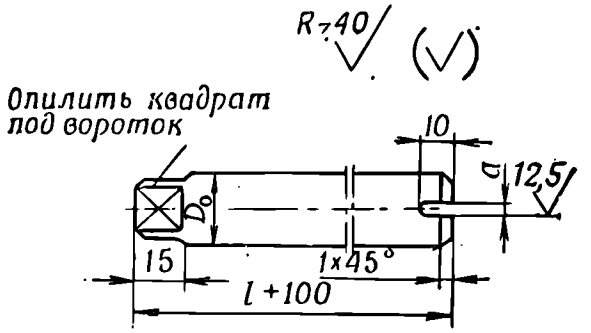
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВИНТОВЫХ ПРУЖИН

Винтовые цилиндрические пружины навивать вручную и на токарном станке. На токарном станке навивать пружины из проволоки диаметром более 2 мм или пружины, диаметр которых превышает 15 мм.

I. Навивка пружин вручную

1. Изготовить оправку (рис. 1).

Диаметр оправки $Д_о$ зависит от диаметра проволоки, ее упругости, степени обжатия витков при навивке; он должен быть меньше внутреннего диаметра пружины:



а – по диаметру проволоки пружины;
l – длина пружины.
Материал: сталь 30-40 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 1. Оправка

на 0,3—0,4 мм для проволоки ∅ до 1 мм;
на 0,4—0,6 мм для проволоки ∅ от 1 до 1,2 мм;
на 0,6—0,8 мм для проволоки ∅ от 1,2 до 1,5 мм;
на 0,8—1 мм для проволоки ∅ от 1,5 до 2 мм;
на 1—1,2 мм для проволоки ∅ от 2 до 2,5 мм;
на 1,2—1,4 мм для проволоки ∅ от 2,5 до 3 мм;
на 1,4—1,8 мм для проволоки ∅ от 3 до 4 мм.

Точную величину диаметра оправки окончательно определять в каждом отдельном случае, производя опытную навивку нескольких витков пружины.

2. Подобрать пружинную проволоку требуемой марки и отрубить заготовку необходимой длины.

При изготовлении одной пружины длину заготовки $Л$ ориентировочно определить по формуле

$$Л = \pi Дп + К,$$

где $\pi = 3{,}14$;

$Д$ — наружный диаметр пружины;

n — общее число витков пружины;

K — длина загибаемых концов пружины с учетом припуска на обработку.

3. Закрепить в прорези оправки конец проволоки, зажать проволоку с оправкой между двумя деревянными колодками (рис. 2) в тисках и, вращая оправку воротком влево или впра-

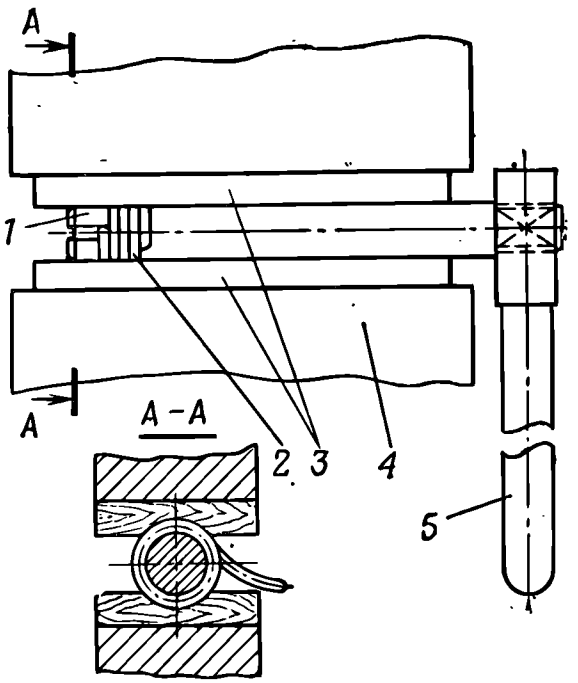


Рис. 2. Навивка пружин вручную: *1* — оправка; *2* — пружина; *3* — деревянные колодки; *4* — тиски; *5* — вороток

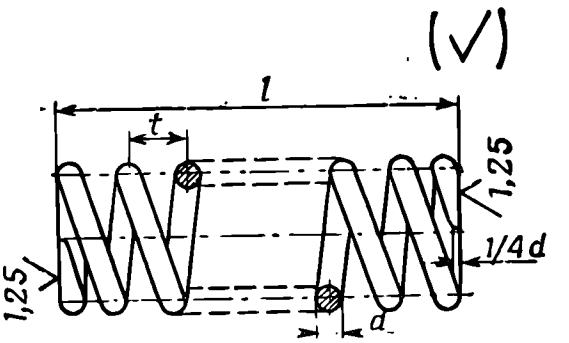


Рис. 3. Винтовая цилиндрическая пружина

во (в зависимости от того, какая навивка — правая или левая), навить требуемое количество витков пружины. Витки должны ложиться плотно один к другому.

4. Снять пружину с оправки, развести витки на шаг t (рис. 3), отрубить пружину на требуемую длину l, поджать и заправить ее крайние витки по эскизам частных руководств или по образцу.

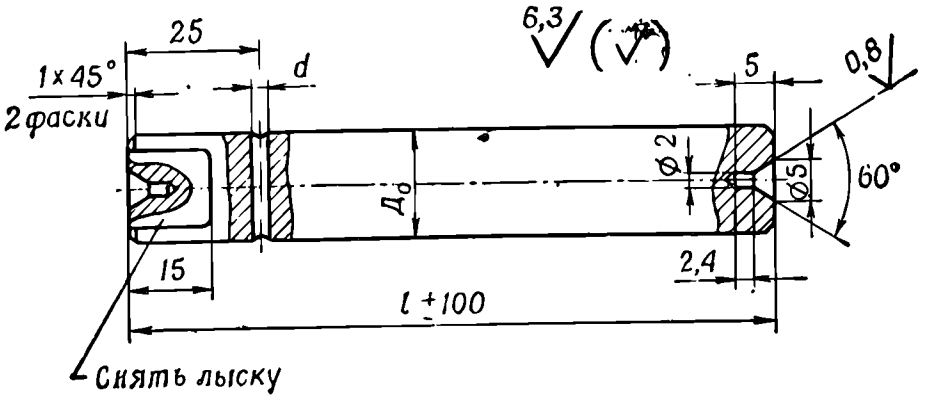
В пружинах, работающих на сжатие, крайние (опорные) витки на длине $^3/_4$—1 витка должны быть поджаты почти до соприкосновения с соседними рабочими витками и сточены на этой длине. Толщина свободного конца после обработки должна равняться $^1/_4$ диаметра проволоки (рис. 3).

II. Навивка пружин на токарном станке

5. Выполнить операции 1 и 2. Оправку изготовить по рис. 4.

6. Установить оправку в центрах токарного станка (рис. 5), закрепить конец проволоки в отверстии оправки, натянуть проволоку и зажать ее между двумя деревянными колодками на

суппорте. Настроить станок на минимальное число оборотов и подачу соответственно шагу пружины.



d – по диаметру проволоки пружины;
l – длина пружины.
Материал: сталь 30-40 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 4. Оправка для навивки пружин

При необходимости навить пружину с опорными витками надо, не включая продольной подачи, навить на оправку один опорный виток; включить продольную подачу и навить на оп-

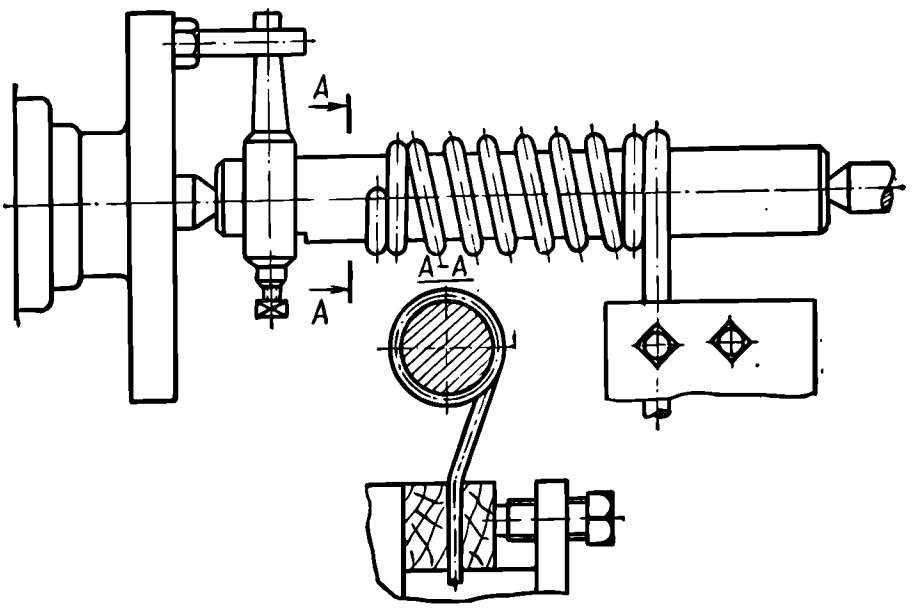


Рис. 5. Навивка пружин на токарном станке

равку необходимое число рабочих витков пружины; выключить подачу и навить последний опорный виток.

7. Снять пружину с оправки, отрубить на требуемую длину и заправить ее концы, как указано в операции 4.

III. Термическая обработка пружин*

Пружины изготовляются в основном из пружинной проволоки марок 60С2, П, П-I и П-II.

Проволока марки 60С2 поставляется в нормализованном виде и после навивки требует закалки и отпуска.

Проволока марок П, П-I и П-II поставляется в термически обработанном виде и после навивки требует только отпуска для снятия внутренних напряжений.

А. Термообработка пружин, изготовленных из стали 60С2

8. Уложить пружины в железную коробку и нагреть в горне на древесном угле до 800—830°С (светло-вишнево-красный цвет каления), после чего охладить в масле с температурой 20°С (закалка).

9. Зачистить пружины шлифовальной шкуркой до металлического блеска.

10. Нагреть в железной коробке песок до 400—425°С и уложить в него пружины так, чтобы была видна поверхность витков, выдержать до появления серого цвета побежалости (325°С), вынуть и охладить на воздухе (отпуск).

Б. Термообработка пружин, изготовленных из проволоки марок П, П-I и П-II

11. Выполнить операцию 10 с выдержкой пружин в песке до появления фиолетового цвета побежалости (285°С); вынуть и охладить на воздухе.

IV. Испытание пружин

12. Изготовленные пружины проверять в работе механизма. Если при 15-кратном действии механизма пружина не изменила своих упругих свойств и обеспечивает нормальную работу механизма, считать пружину годной.

Ответственные пружины, работающие на сжатие, кроме того, сначала испытать в «неволе». Для этого надеть пружину на винт, сжать гайкой до соприкосновения витков и выдержать в таком состоянии 24 ч. Если после освобождения не будет осадки пружины, то она испытание выдержала.

---

* При наличии в мастерской электропечи нагрев пружин до требуемой температуры производить непосредственно в камере этой печи. Температуру измерять термопарой.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КЛЕПАЛЬНЫХ РАБОТ

Подготовка деталей для склепывания

1. Детали, подлежащие склепыванию, подогнать так, чтобы они плотно прилегали друг к другу.

2. Просверлить отверстия под заклепки. Края отверстий очистить от заусенцев и притупить. При клепке впотай отверстия раззенковать.

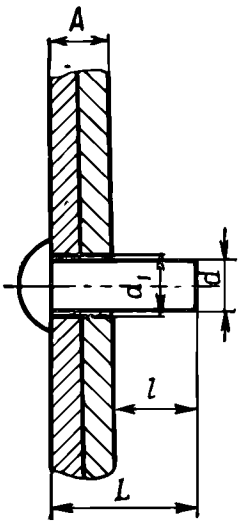


Рис. 1. Размеры заклепки. Общая длина $L=A+l$ (A — толщина склепываемых листов)

Диаметры отверстий под заклепки в зависимости от диаметра и длины заклепки выбрать по табл. 1.

Диаметр заклепки принимать равным 1,5—2 толщинам склепываемых листов.

3. В случае несовпадения отверстий под заклепки или при их овальности развернуть отверстия до следующего ближайшего размера (табл. 1). Заклепку ставить увеличенного диаметра. Овальность отверстий допускается выводить круглым напильником.

4. Соединить детали сборочными болтами. Болты должны иметь диаметр, равный диаметру заклепок; располагать их нужно через 3—4 отверстия.

5. При удалении дефектных заклепок засверлить головки их сверлом диаметром, равным 0,5 диаметра головки, на глубину, равную высоте головки, после чего срубить головки зубилом и выбить заклепки бородком. В недоступных для высверливания местах головки заклепок срубить без предварительного высверливания. Срубать головки осторожно, чтобы не повредить зубилом отверстий и поверхностей склепанных деталей. При переклепке постановку новых заклепок чередовать с удалением старых.

Клепка

1. Нагреть заклепку равномерно по всей длине до 1000—1100°С.

Заклепки диаметром до 8 мм, а также заклепки из цветных металлов независимо от диаметра клепать в холодном состоянии.

2. Удалить стальной щеткой окалину с заклепки и вставить заклепку в отверстие.

3. Поддерживая заклепку поддержкой, осадить стержень заклепки так, чтобы он заполнил заклепочное отверстие. Осаживание производить молотком, массу которого выбрать по табл. 2.

Таблица 1

Зависимость диаметра отверстий под заклепку от диаметра и длины заклепки

Диаметр d заклепки, мм	Диаметр d_1 отверстия под заклепку, мм	Длина l выступающей части заклепки для образования головки (рис. 1), мм		Общая длина заклепки, мм
		полукруглой	потайной	
2,6	3	4	1,6	$L = A + l$, где A — толщина склепываемых листов (рис. 1)
3	3,3	4,5	2	
3,5	3,8	5,5	2,5	
4	4,3	6	3	
5	5,5	7,5	3,5	
6	6,5	9	4	
7	7,5	10,5	5	
8	8,5	12	5,5	
9,5	10	14,5	7	
11,5	12	17,5	8	
13,5	14	20,5	9,5	
16,5	17	25	11,5	
19	20	28,5	13,5	
22	23	33	15,5	
25	26	37,5	17,5	

Таблица 2

Зависимость массы молотка от диаметра стержня стальных заклепок

Диаметр заклепки, мм	2	2,5	3	3,5	4	5	6 и более
Масса молотка, г	100—150	150—200	200—300	300—350	350—400	400—450	450—500

Масса поддержки заклепки должна быть в 4—5 раз больше массы молотка. Поверхность поддержки, на которую опирается заклепка, должна иметь углубление, соответствующее форме головки заклепки.

4. Придать замыкающей головке форму заклепки с помощью молотка. При этом следить, чтобы молоток не задевал за поверхность склепываемых деталей.

Клепку производить быстро. В конце клепки при температуре не ниже 800°С обжать головку обжимкой.

5. В процессе клепки ставить заклепки между сборочными болтами и сборочный болт не снимать до тех пор, пока с двух сторон его не будут поставлены заклепки. После этого болты снять и закончить клепку.

6. Проверить заклепки, слегка постукивая по ним молотком. Заклепки не должны издавать дребезжащего звука.

7. Заклепки с дефектами удалить и заменить новыми.

8. После высадки не должно быть следующих дефектов (рис. 2):

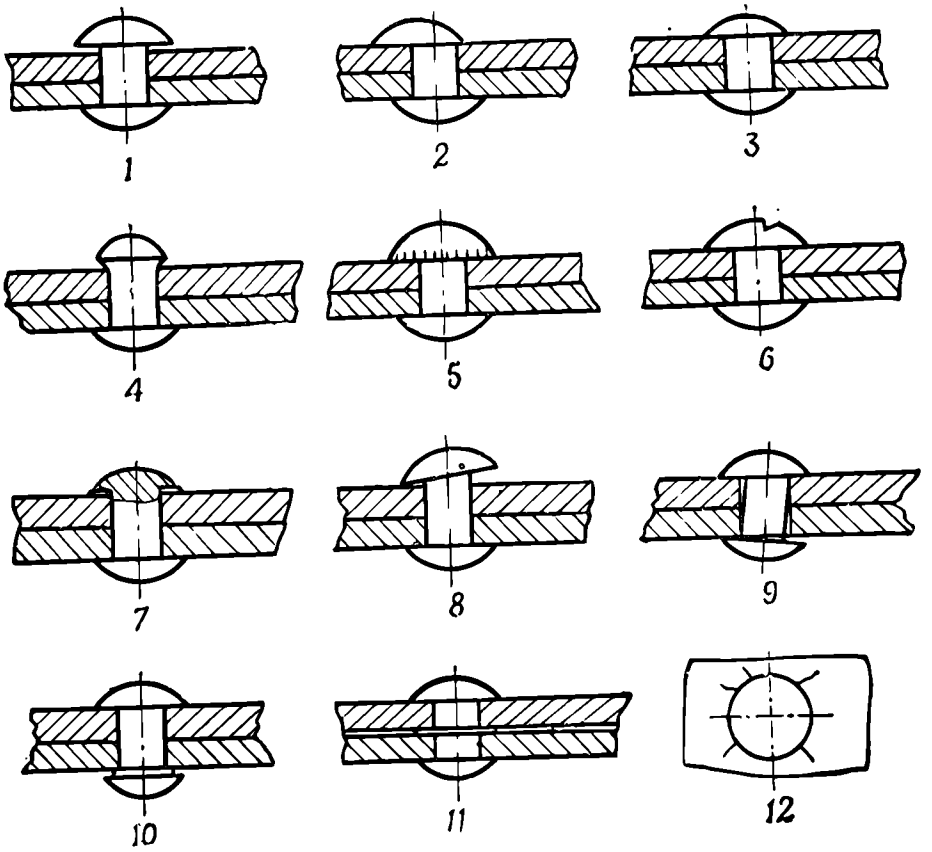


Рис. 2. Дефекты клепки

№ поз. на рис. 2	Дефект	Причина дефекта
1	Неплотное прилегание головки к поверхности листа	Неправильно осажен выступающий конец заклепки
2	Сбитая на сторону замыкающая головка	Скошен или неровно обрезан торец стержня заклепки
3	Маломерная головка	Недостаточная длина выступающей части стержня
4	Недообжатая головка	Неправильно выбрана обжимка
5	Рваные края и трещины у головки	Плохое качество материала заклепки или низкая температура клепки
6	Зарубка на головке	Небрежность работы
7	Грибовидная головка	Остывание головки в процессе клепки
8	Перекос головки	Неправильно осажен выступающий конец заклепки
9	Перекос заклепки	Косо просверлены отверстия
10	Высадка под головкой	Заклепка неплотно прижата поддержкой
11	Высадка между деталями	Неплотно прижаты детали
12	Надрывы основного металла	Небрежность работы

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПАЙКЕ МЯГКИМИ И ТВЕРДЫМИ ПРИПОЯМИ

Пайка мягкими и твердыми припоями — широко распространенный способ соединения деталей. Преимуществом такого способа соединений является то, что при пайке основной металл сильно не нагревается и не плавится, благодаря чему сохраняет свой первоначальный химический состав, структуру и механические свойства, а также чистоту и прочность соединения. В зависимости от температуры плавления припоя различают два основных вида пайки: пайку мягкими припоями и пайку твердыми припоями. К твердым припоям относятся припои, температура плавления которых выше 500°С; припои с температурой плавления ниже 400°С считаются мягкими припоями. При пайке твердыми припоями соединение обладает значительной прочностью, достигающей при разрыве 50 кгс/мм². При пайке мягкими припоями предел прочности при разрыве не превышает 7 кгс/мм².

Паяльные работы в электро- и радиотехнических устройствах выполняются, как правило, мягкими припоями с применением бескислотных или нейтральных флюсов.

Мягкие припои применяются в виде прутков и проволочек, а также в виде трубочек, наполненных канифолью. Твердые припои применяются в виде проволоки.

Как при мягкой, так и при твердой пайке флюсы применяются в виде порошков, пасты и растворов. Выбор припоя и флюсов в зависимости от спаиваемых металлов и условий работы детали может быть произведен по табл. 1.

Подготовка изделий к пайке

Подготовка изделий к пайке начинается с механической зачистки поверхностей. Зачистка осуществляется наждачной бумагой, напильниками или металлическими щетками. Тщательно зачищенные поверхности подвергаются обезжириванию этиловым спиртом, четыреххлористым углеродом, авиационным бензином, трихлорэтиленом, перхлорэтиленом или ацетоном в случае пайки электро- и радиотехнических устройств. Обезжиривание поверхностей механических деталей осуществляют хлористым цинком (травленой соляной кислотой) с последующей промывкой водой.

Для приготовления хлористого цинка мелко нарезанный цинк растворяют в технической соляной кислоте до прекращения реакции. Подготовка изделия к паянию заканчивается установкой и закреплением (фиксацией) припаиваемой или спаиваемых деталей.

Таблица 1

Припои и флюсы, применяемые при пайке

Спаиваемые металлы	Область применения	Припой		Флюс	Способ очистки соединения после пайки
		Марка	Температура плавления, °С		
Медь, никель и их сплавы, ковар	Пайка, лужение выводов микросхем, микромодулей, радиоэлементов, МПП (с контактными площадками), узлов и блоков РАЭ, точных приборов, внутриприборных и внутриблочных монтажных соединений	ПОС-61	183—190	ФКСп. Канифоль сосновая от 10 до 60% Спирт этиловый или этилацетат от 90 до 40%	Протирка смесью бензина и этилового спирта в соотношении 1:1
Медь, сплавы медн	Пайка монтажных проводов диаметром до 0,1 мм, пайка на платах с печатным монтажом	ПОССу 61-0,5	190	1. Канифоль натуральная или ее спиртовой раствор ВТС, КЭ 2. Глицериноканифолевый, ЛТИ-1, ЛТИ-115, ЛТИ-120	Протирка смесью спирта и бензина в соотношении 1:1 Протирка спиртом или ацетоном
То же	Пайка точных электроизмерительных приборов	ПОССу 50-0,5	216	То же	То же
Медь, сплавы меди, стали	Пайка радио- и электроизмерительной аппаратуры, приборов, соприкасающихся с морской водой. Пайка серебра	ПОССу 40-0,5	235	1. Канифоль натуральная или ее спиртовой раствор ВТС, КЭ 2. Глицериноканифолевый, ЛТИ-1, ЛТИ-115, ЛТИ-120	Протирка смесью спирта и бензина в соотношении 1:1 Протирка спиртом или ацетоном

Продолжение

Спаиваемые металлы	Область применения	Припой		Флюс	Способ очистки соединения после пайки
		Марка	Температура плавления, °С		
Медь, сплавы меди, стали	Пайка и лужение кабельных наконечников, кабельных муфт	ПОССу 30-0,5	255	Канифоль натуральная, ВТС, КЭ, глицериноканифолевый, ЛТИ-1, ЛТИ-115, ЛТИ-120	Протирка смесью спирта и бензина в соотношении 1:1 Протирка спиртом или ацетоном
То же	Лужение перед последующей пайкой	ПОССу 18-0,5	277	Водный раствор хлористого цинка 25—40% и хлористого аммония (нашатыря) — 5—20%; паста 15—85, ВТС, КЭ, «Прима-1», ФИМ	Промывка в 5% растворе кальцинированной соды с последующей двукратной раздельной промывкой в горячей воде при t=70°С. Удаление влаги протиркой мягкой тряпкой, сухими опилками или в сушильном шкафу
»	Пайка клепаных замочных швов	ПОССу 4-6	270	То же	То же
Олово	Температурные предохранители в электрических и тепловых приборах	ПОСК-50-18	145	Канифоль натуральная, КЭ	Протирка смесью спирта и бензина в соотношении 1:1
Медь, сплавы меди	Пайка соединений, не подвергающихся удару, изгибу, вибрации	ПМЦ-48	865	Порошок буры, замешанный на воде, спирте, ацетоне, вазелине, № 209, 18В. Тетрафторборат калия 30—50% и борная кислота 70—50%	Механическая очистка металлическими щетками, промывка в горячей и холодной воде

Продолжение

Спаиваемые металлы	Область применения	Припой		Флюс	Способ очистки соединения после пайки
		Марка	Температура плавления, °С		
Медь, сплавы меди, стали	Пайка соединений, не подвергающихся удару, изгибу, вибрации	ПМЦ-54	880	Порошок буры, замешанный на воде, спирте, ацетоне, вазелине, № 209, 18В. Тетрафторборат калия 30—50% и борная кислота — 70—50%	Механическая очистка металлическими щетками, промывка в горячей и холодной воде
То же	Пайка соединений, от которых требуется вязкость и пластичность	Латунь Л-62	905	То же	То же
»	То же	Латунь Л-68	938	»	Механическая очистка металлическими щетками, промывка в горячей и холодной воде
»	»	ЛОК 62-06-04	905	То же	То же
»	»	ЛОК 59-1-03	905	»	»
»	Пайка ответственных соединений электротехнического оборудования	ПМФ-7	850—860	Не требуется	»
		ПМФ-9	780	То же	»

Продолжение

Спаиваемые металлы	Область применения	Припой		Флюс	Способ очистки соединения после пайки
		Марка	Температура плавления, °С		
Медь, сплавы меди	Пайка соединений, требующих повышенной прочности	ПСр50-К	655	Тетрафторборат калия 30—50% и борная кислота 70—50%; № 209, 18В. Борный ангидрид 35%, фтористый калий 42% и фторборат 23%	Механическая очистка металлическими щетками, промывка в горячей и холодной воде
		ПСр40	610		
		ПСр62	705		
		МФ3	710		
		ПСрФ2-5	685		
		ПСрФ5-5	710		
		ПСрФ15-5	705		
		ПСр71	800		
		ПСр25Ф	715		
		ПСр15	815		

Примечание. Удаление остатков флюса с паяных соединений должно производиться не позже чем через час после окончания пайки. Защита мест пайки от окисления осуществляется нанесением лакокрасочного покрытия.

При необходимости поверхности пайки подвергают лужению (нанесению в горячем состоянии на предварительно очищенные и обезжиренные поверхности тонкого слоя припоя). Припой наносится рабочей поверхностью хорошо прогретого паяльника с обязательным применением флюса. Предварительно облуженные поверхности спаиваются с наименьшим числом дефектов, образующихся в процессе пайки.

Подготовка паяльника к работе и основные приемы пайки мягкими припоями

Рабочие поверхности паяльника, нагретого до рабочей температуры (200—300°С), зачищают напильником от окалины и следов нагара. Затем, растирая кусочек расплавленного припоя, облуживают рабочие поверхности паяльника, применяя при этом в качестве флюса хлористый аммоний, хлористый цинк или канифоль.

Нанесение припоя на место спая осуществляется от прутка припоя или захватом припоя рабочей поверхностью паяльника.

Нанесение флюса на место спая осуществляется кистью, лопаточкой или с помощью капельницы.

Как паяльник, так и место спая должны быть прогреты до температуры плавления применяемого припоя. При пониженной температуре припой в месте спая образует кашеобразную массу, и соединение получается непрочным. Чрезмерное повышение температуры (перегрев) ведет к выгоранию флюса, образованию окалины в месте спая и отслаиванию припоя. Одним из признаков перегрева является скатывание припоя с паяемых поверхностей.

Достижение рабочей температуры местом спая (паяльником) характеризуется растеканием припоя по поверхности спая и легким дымлением флюса. Прочность соединения при этом наибольшая. Прогревать места спая можно дополнительным нагревателем или непосредственным контактом с рабочей поверхностью паяльника. Применение дополнительного нагревателя бывает необходимо, если масса спаиваемых деталей настолько велика, что одним паяльником не удается достичь рабочей температуры в месте спая. Дополнительным нагревателем может служить электронагревательный прибор, второй паяльник, паяльная лампа и т. п. Правильно выбранный по мощности паяльник позволяет обойтись без подогревателя при пайке. Так, например, при пайке радиомонтажа применяется электропаяльник мощностью 25—90 Вт, при пайке соединений (швов) воздуховодов — молотковый паяльник 200 Вт, при пайке массивных металлических конструкций — молотковый паяльник и дополнительный нагреватель.

Дозы подведения припоя и флюса к месту спая, а также технология пайки в каждом конкретном случае определяются особо и зависят от характера работ, тепловой инерции спаиваемых деталей, мощности паяльника и др.

Основные приемы пайки твердыми припоями

Пайка твердыми припоями выполняется с помощью газовых горелок. Наибольшее распространение получила горелка типа СУ. С помощью этой горелки возможна пайка стали и цветных металлов толщиной от 0,5 до 30 мм. В зависимости от толщины спаиваемых деталей применяются сменные наконечники от № 0 до № 7. Так, например, применение наконечника № 7 позволяет спаивать металл толщиной 25—30 мм, а применение № 0 — металл толщиной 0,5—1 мм. Горелка типа СУ работает на ацетилено-кислородной смеси. Исправная горелка, соединенная шлангами с ацетиленовым генератором и кислородным баллоном, приводится в рабочее состояние следующим образом. Сначала немного открывается кислородный вентиль на горелке, затем ацетиленовый. Наконечник горелки подносится к открытому огню, и после воспламенения смеси производится регулировка характера пламени по его внешнему виду. Нормальное пламя (не вызывающее окисления или насыщения углеродом металла) состоит из ядра, рабочей зоны и факела.

Нагрев и плавление металла следует вести в рабочей зоне, которая представляет собой прозрачный ободок между ярко светящимся ядром пламени у среза наконечника и факелом пламени.

Работать с газосварочными горелками следует в специальной одежде. Глаза газосварщика должны быть защищены очками — светофильтрами. Гашение горелки производится в следующем порядке. Сначала закрывается ацетиленовый вентиль, а затем кислородный. Нарушение правил зажигания и гашения горелки ведет к хлопкам и обратным ударам.

При отсутствии газовой горелки пайка твердыми припоями может быть выполнена с применением паяльной лампы.

Для улучшения механических свойств паяного соединения рекомендуется термообработка — нормализация.

Контроль качества паяных соединений

Выявление дефектов пайки производится внешним осмотром. Качественно выполненная пайка дает соединение (шов), равномерно заполненное припоем с гладкой блестящей поверхностью без наплывов и непропаев.

К дефектам паяных соединений относятся:

поры и раковины, получающиеся при недостаточном (по времени) прогреве места спая перегретым паяльником;

трещины;

шлаковые и флюсовые включения;

несплошное заполнение зазора припоем (непропай);

пережог основного металла, получающийся при неправильном выборе пламени горелки;

отслаивание припоя от поверхности спая;

кашеобразная пайка, получающаяся при недостаточном разогреве припоя и места спая.

При пайке листового металла бывает необходимым выборочный контроль места спая разрушением. Разрушение выполняется методом отдирания спаянных поверхностей с последующим внешним осмотром.

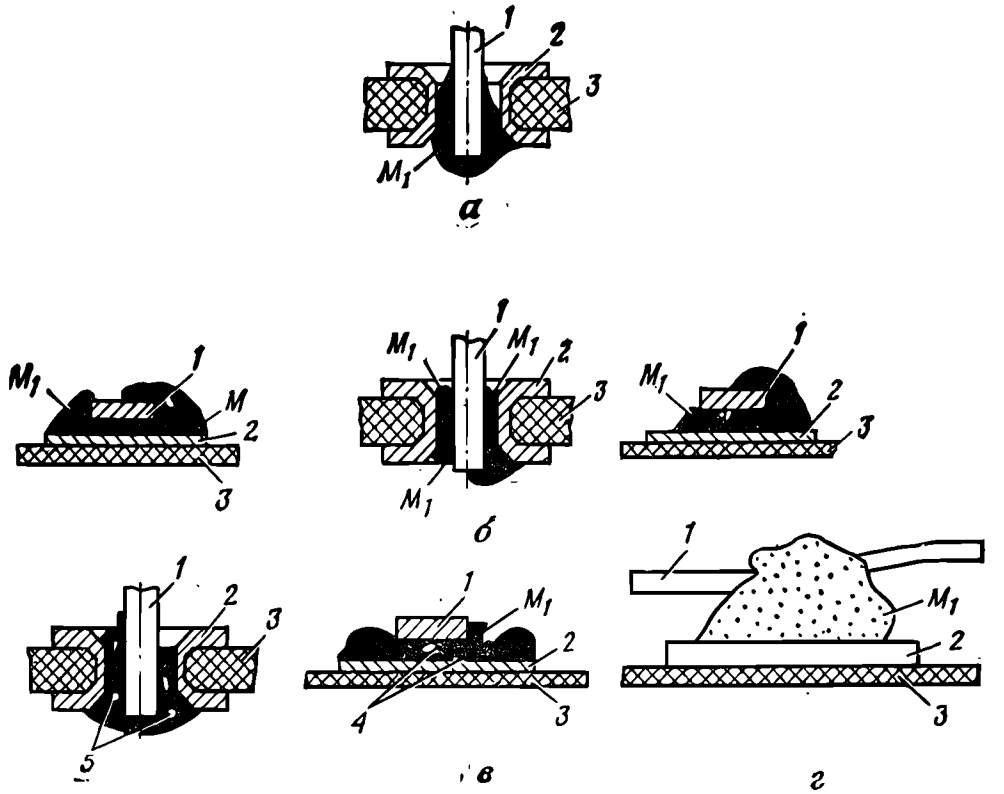


Рис. 1. Дефекты паяных соединений штырьковых и планарных выводов микросхем:

1 — вывод; *2* — металлизация отверстия; *3* — подложка печатной платы; *4* — крупные поры; *5* — крупные поры и усадочные раковины; *М* — мениск припоя вогнутый; M_1 — мениск припоя выпуклый

К дефектам паяных соединений штырьковых и планарных выводов микросхем относятся:

сильно окисленная с окисными пленками и инородными включениями поверхность припоя;

неполное заполнение припоем монтажного отверстия, если высота припоя в отверстии меньше $^2/_3$ толщины платы и металлизированные поверхности отверстия или вывод в отверстии не облужены (рис. 1, *а*);

плохая смачиваемость припоем соединяемых элементов — выпуклые мениски припоя (рис. 1, *б*);

крупные раковины и поры, а также скопления мелких пор (рис. 1, *в*);

наплывы припоя в виде выступов, сосулек и перемычек между контактными площадками и проводниками печатной платы;

затекание припоя под корпуса микросхем и радиоэлементов с образованием замыканий между припоем и корпусом;

грубозернистость поверхности припоя или игольчатые образования на поверхности припоя;

недостаток припоя при скелетной пайке, неполное облуживание контактной площадки (рис. 1, *г*).

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

ИНСТРУКЦИЯ ПО СТОПОРЕНИЮ ШПАТЛЕВКОЙ (КРАСКОЙ) РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ЗАКРАСКЕ РЕГУЛИРУЕМЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Стопорение резьбовых соединений шпатлевкой производится для повышения противодействия самоотвинчиванию винтов (болтов) и гаек в условиях вибрации.

Способы стопорения шпатлевкой зависят от конструкции резьбовых соединений.

Стопорению шпатлевкой подлежат только те резьбовые соединения, в конструкции которых не предусмотрено применение пружинных шайб или других способов предохранения от самоотвинчивания.

Закраска деталей резьбовых соединений производится для фиксирования отрегулированного положения в тех случаях, когда другие способы фиксации конструкцией не предусмотрены. Закраска производится нанесением полоски или капли на сопряженные детали.

1. Приготовление шпатлевки

Шпатлевка имеет следующий состав:

1. Шпатлевка ЭП-0010 ГОСТ 10277—76, которая выпускается в виде двух полуфабрикатов:

а) шпатлевочная масса — 100 весовых частей;

б) отвердитель (50% раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте) — 8,5 весовых частей.

2. Ацетон технический ГОСТ 2768—79 — 8—24 весовые части.

Для приготовления шпатлевки в чистую стеклянную посуду помещают шпатлевочную массу и отвердитель, которые тщательно перемешивают до получения однородной смеси. Затем в полученную смесь при непрерывном помешивании вливают небольшими порциями необходимое количество ацетона. Приготовленную смесь процеживают через сито или через шесть слоев марли. Цвет смеси — красно-коричневый.

Вязкость полученной смеси (с ацетоном) должна быть 40—80 сек по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 18—23°С.

Смесь (с ацетоном) пригодна для использования в течение 16 ч с момента ее приготовления.

Продолжительность сушки нанесенного слоя смеси при температуре 18—23°С не более 24 ч, а при температуре 60°С — не более 7 ч.

2. Стопорение резьбовых соединений

Здесь приведены встречающиеся варианты конструкций резьбовых соединений и способы их стопорения.

Вариант 1 (рис. 1)

Винт или болт соединяет две или несколько деталей, при этом:

винт (болт) входит в глухое резьбовое отверстие;

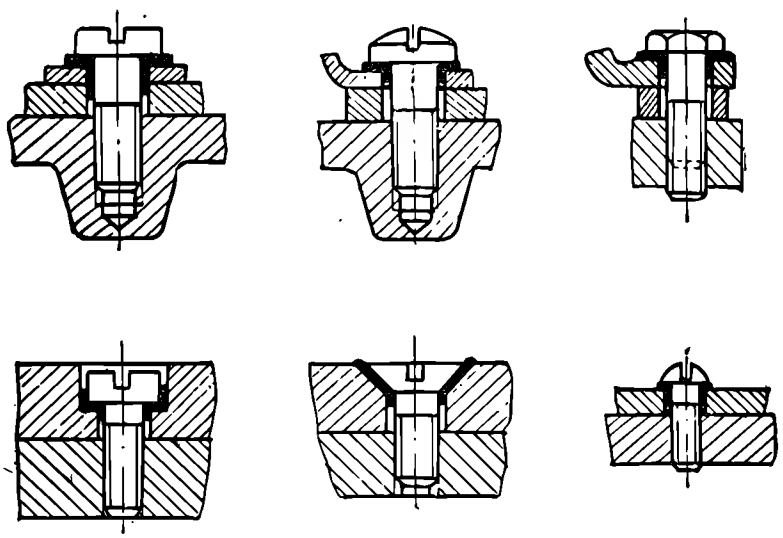


Рис. 1. Стопорение винтов (болтов), соединяющих две или несколько деталей

винт (болт) входит в сквозное резьбовое отверстие, при этом конец винта (болта) выступает из отверстия не более чем на 1—2 нитки, или находится на уровне выхода отверстия, или утоплен в отверстии.

Способ стопорения

Винт или болт отвинчивают так, чтобы между опорной поверхностью и головкой образовался зазор 1—1,5 мм. Тонкой кисточкой смесь вносят под головку винта (болта), затем винт (болт) затягивают до отказа, при этом смесь должна быть выжата головкой винта (болта).

Для нанесения смеси под утопленную головку винт (болт) отвинчивают настолько, чтобы тонкой кисточкой можно было нанести смесь. Допускается наплыв смеси вокруг головки.

Вариант 2 (рис. 2)

Невыпадающий винт; положение конца винта относительно выходного отверстия — любое.

Способ стопорения. На головку затянутого до отказа винта наносят смесь так, чтобы окружность стыка головки винта с опорной поверхностью была равномерно покрыта смесью. Допускается попадание смеси по концам шлица.

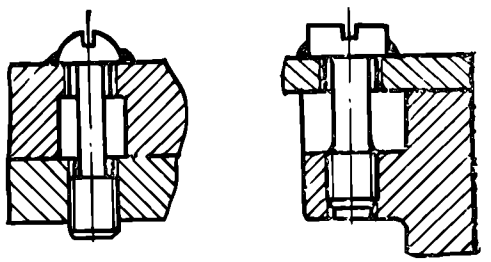


Рис. 2. Стопорение невыпадающих винтов

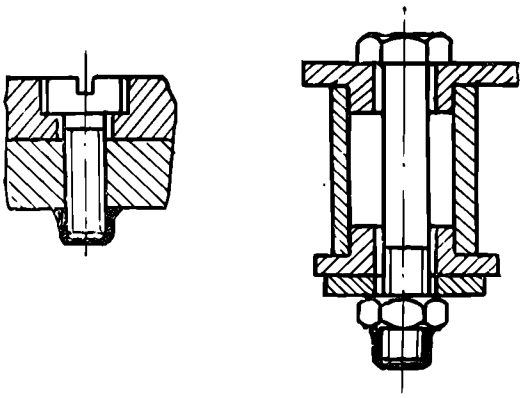


Рис. 3. Стопорение выступающей части винтов (болтов)

Вариант 3 (рис. 3)

Винт или болт стягивает две или несколько деталей, при этом винт выступает из отверстия, а болт — из гайки более чем на две нитки.

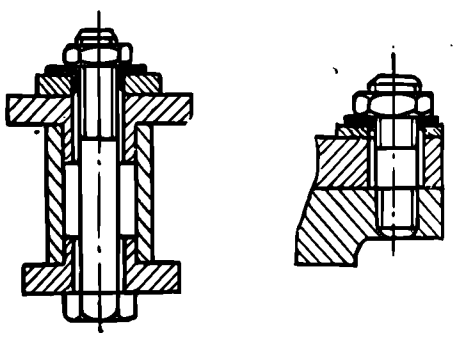


Рис. 4. Стопорение винтов (болтов), шпилек при малой величине выступания резьбовой части над гайкой

Способ стопорения. На конец винта, выходящий из детали, или болта, выходящего из гайки, наносят смесь так, чтобы она покрывала всю поверхность конца винта или болта и торец гайки.

Вариант 4 (рис. 4)

Винт, болт или шпилька проходит через две или несколько деталей, затягивается гайкой, а конец выступает над гайкой не более чем на 1—2 нитки или находится на уровне выхода отверстия.

Способ стопорения. Гайку свинчивают так, чтобы между гайкой и опорной поверхностью или шайбой образовался зазор 1—1,5 мм. Тонкой кисточкой смесь вносят в образовавшийся зазор, затем гайку затягивают до отказа, при этом смесь должна быть выжата гайкой.

Вариант 5

Стопорение нанесением смеси на резьбовую часть винта (болта), сопряженную с резьбовым отверстием.

Этот способ является частным случаем и применяется, когда конструкция соединения деталей не позволяет производить стопорение способами, указанными выше.

Стопорение производят нанесением смеси на резьбовую часть винта или болта, сопряженную с гайкой или с резьбовым отверстием детали. Смесь может быть нанесена на всю сопряженную резьбу или только на часть ее.

Вариант 6 (рис. 5)

Стопорение нажимных винтов.

Винт затягивают до отказа, затем на выступающую поверхность резьбы винта наносят смесь по всему периметру.

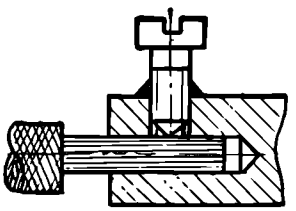


Рис. 5. Стопорение нажимных винтов

Вариант 7

а) Резьбовое соединение элементов, подлежащих регулировке в процессе сборки и эксплуатации (рис. 6).

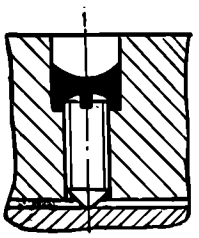


Рис. 6. Стопорение стопорных винтов

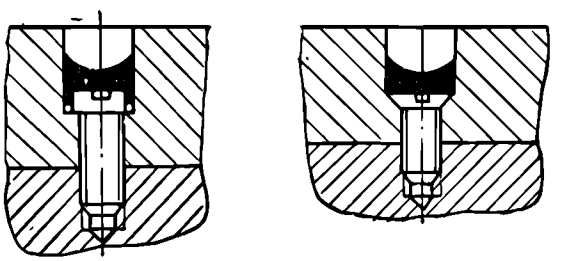


Рис. 7. Стопорение стопорных винтов

б) Резьбовое соединение, где затруднен доступ к стопорному винту (рис. 7).

Способ стопорения. Винт завинчивают в резьбовое отверстие до определенного положения в случае, указанном в п. «а», и до отказа — в случае, указанном в п. «б». Тонкой кисточкой смесь вносят в углубление так, чтобы она полностью покрыла головку винта.

3. Закраска регулируемых резьбовых соединений (рис. 8)

Закраске подвергаются поверхности деталей, взаимоперемещаемые при регулировке.

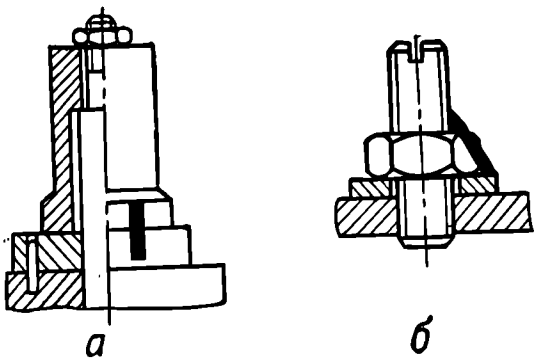


Рис. 8. Закраска регулируемых резьбовых соединений:
а — отметка полоской; *б* — отметка каплей

Закраску производят смесью нанесением полоски любого размера или капли на место стыка деталей.

ТАБЛИЦА ДИАМЕТРОВ СВЕРЛ ПОД РЕЗЬБУ И ПОД РАЗВЕРТЫВАНИЕ

I. Диаметры расточенных отверстий под нарезание метрических резьб

Шаг резьбы, мм	Диаметр отверстия, мм		Шаг резьбы, мм	Диаметр отверстия, мм	
	Номинал	Допуск		Номинал	Допуск
0,50	*d*-0,50	+0,1	3,00	*d*-3,18	+0,31
0,75	*d*-0,77	+0,15	3,50	*d*-3,70	+0,33
1,00	*d*-1,04	+0,16	4,00	*d*-4,23	+0,38
1,25	*d*-1,30	+0,16	4,50	*d*-4,75	+0,43
1,50	*d*-1,55	+0,17	5,00	*d*-5,30	+0,48
1,75	*d*-1,82	+0,20	5,50	*d*-5,85	+0,54
2,00	*d*-2,10	+0,23	6,00	*d*-6,38	+0,58
2,50	*d*-2,64	+0,25			

d — номинальный диаметр резьбы.

Примечание. Расчетный диаметр округляется до размеров, предусмотренных следующим рядом диаметров сверл.

1,00	1,85	2,70	4,1	5,8	7,6	9,3	11,0	12,80	16,25	20,50
1,05	1,90	2,75	4,2	5,9	7,7	9,4	11,1	13,0	16,50	20,75
1,10	1,95	2,80	4,3	6,0	7,8	9,5	11,2	13,1	16,75	21,00
1,15	2,00	2,85	4,4	6,1	7,9	9,6	11,3	13,2	17,00	21,25
1,20	2,05	2,90	4,5	6,2	8,0	9,7	11,4	13,3	17,25	21,50
1,25	2,10	2,95	4,6	6,3	8,1	9,8	11,5	13,5	17,5	22,00
1,30	2,15	3,0	4,7	6,4	8,2	9,9	11,7	13,7	17,75	22,25
1,35	2,20	3,1	4,8	6,5	8,3	10,0	11,8	13,8	18,00	22,50
1,40	2,25	3,2	4,9	6,6	8,4	10,1	11,9	14,0	18,25	22,75
1,45	2,30	3,3	5,0	6,7	8,5	10,2	12,0	14,25	18,50	23,00
1,50	2,35	3,4	5,1	6,8	8,6	10,3	12,1	14,50	18,75	23,25
1,55	2,40	3,5	5,2	6,9	8,7	10,4	12,2	14,75	19,00	23,50
1,60	2,45	3,6	5,3	7,0	8,8	10,5	12,3	15,00	19,25	23,75
1,65	2,50	3,7	5,4	7,1	8,9	10,6	12,4	15,25	19,50	24,00
1,70	2,55	3,8	5,5	7,2	9,0	10,7	12,5	15,50	19,75	24,25
1,75	2,60	3,9	5,6	7,3	9,1	10,8	12,6	15,75	22,00	24,50
1,80	2,65	4,0	5,7	7,5	9,2	10,9	12,7	16,00	22,25	24,75
										25,00

11. Диаметры сверл и зенкеров под развертку

Диаметр, мм			Диаметр, мм		
разверток по ГОСТ 7722—77	сверл	зенкеров	разверток по ГОСТ 7722—77	сверл	зенкеров
3	2,9	—	22	21,7	—
3,5	3,4	—	23	22,7	—
4	3,9	—	24	23,7	—
4,5	4,4	—	25	24,0	—
5	4,9	—	26	24,7	25,8
6	5,8	—	27	25,0	26,8
7	6,8	—	28	26,0	27,8
8	7,8	—	30	28	29,8
9	8,8	—	32	30,0	31,75
10	9,8	—	33	31,0	32,75
11	10,8	—	34	32,0	33,75
12	11,8	—	35	33,0	34,75
13	12,8	—	36	34,0	35,75
14	13,8	—	38	36,0	37,75
15	14,8	—	40	38,0	39,75
16	15,8	—	42	40,0	41,75
17	16,8	—	44	42,0	43,75
18	17,7	—	45	43,0	44,75
19	18,8	—	46	44,0	45,75
20	19,7	—	48	46,0	47,75
21	20,7	—	50	48,0	49,75

При обработке отверстий диаметром более 25 мм сначала производить сверление, затем зенкерование и в конце развертывание. При отсутствии требуемого зенкера отверстие перед развертыванием растачивать резцом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

СКЛЕИВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

В настоящем приложении приведены наиболее распространенные клеи, приведены их характеристики и технология склеивания. Приведенные в таблицах данные распространенных клеев позволяют: выбрать лучший, найти необходимую замену, если клей, указанный в ремонтной документации, отсутствует; восстановить клей до рабочего состояния (развести растворителем), если он загустел; организовать правильное хранение имеющихся клеев. В целях сокращения объема печатного материала в графах «Технология склеивания» табл. 1 и 4 приведены следующие позиционные сокращения.

1. Равномерность нанесения слоев клея (количество слоев клея).

2. Время, необходимое для сушки первого слоя клея, и температура сушки.

3. Время, необходимое для сушки второго слоя, и температура сушки.

4. Время, необходимое для сушки третьего слоя клея, и температура сушки.

5. Удельное давление при склеивании.

6. Время выдержки под давлением и температура выдержки.

7. Время сушки после снятия давления и температура сушки.

8. Режим термообработки.

9. Время выдержки в термостате и температура выдержки.

По истечении срока хранения, при заметном изменении внешнего вида или подозрения на ухудшение качества клеев, а также при неправильном условии хранения клеи проверять путем опытного склеивания и проверки качества клеевого соединения.

Наибольший интерес представляют клеи, приведенные в табл. 5.

Составные части этих клеев должны храниться в отдельных упаковках. Срок хранения этих составных частей в закупоренном виде составляет несколько лет. Как видно из таблицы, различное сочетание и весовое количество составных частей позволяет приготовить соответствующий клей.

Очень большая прочность клеевого соединения, способность отверждения в естественных условиях, большой ассортимент склеиваемых материалов, стойкость к различным средам (нерастворяемость) ставят эти клеи на одно из первых мест по целесообразности применения в воинских частях.

Недостатком эпоксидных клеев-компаундов является непродолжительное время применения клея после смешивания компонентов вследствие значительного отверждения смешиваемой массы в течение примерно $^1/_{10}$ части времени полного отверждения.

При составлении эпоксидных клеев следует помнить, что при недостатке отвердителя гексаметилендиамина или полиэтилендиамина отверждение смол происходит медленно и полностью не заканчивается. Такое клеевое соединение или защитное покрытие химически нестойкое. При избытке отвердителей на поверхности смолы появляются белесые налеты, ухудшаются физико-механические свойства, понижается водостойкость. Избыток отвердителя гексаметилендиамина препятствует отверждению.

Для улучшения эластичных свойств склеиваемой пленки в клей может вводиться пластификатор, например дибутилфталат и др.

Таблица 1

Характеристики клеев общего применения

№ по пор.	Наименование, марка клея, ТУ, ГОСТ	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Рекомендуемая температура хранения, °С и гарантийный срок хранения, месяцы	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Технология склеивания
1	БФ-2 ГОСТ 12172—74	Спиртовой раствор фенолоформальдегидной смолы и поливинилбутираля или поливинилацеталя	100	20—25, не более 6	Прозрачная или слегка мутная жидкость от желтого до красноватого цвета	Кипящая вода, масло, керосин, бензин, спирт, слабые кислоты	Металлы, пластмассы, керамика, стекло, различные однородные и разнородные материалы	1) 2 слоя; 2) 15—20 мин, 55—60°С или 1 ч, 18—20°С; 3) 15—20 мин, 55—60°С или 1 ч, 18—20°С; 5) 15 кгс/см²; 6) 5—6 ч, 55—60°С; 7) 20—25 ч
2	БФ-4 ГОСТ 12172—74	То же	100	20—25, не более 6	То же	Кипящая вода, масло, керосин, бензин, спирт, щелочи	То же	То же
3	БФ-6 РТУ БССР 1377—67	Спиртовой раствор фенолоформальдегидной смолы и поливинилбутираля или поливинилацеталя	—	20—25, не более 3	»	Вода, масло, спирт, керосин, бензин	Ткани	1) 2 слоя; 2) 15—20 мин, 55—60°С или 1 ч, 18—20°С; 3) 15—20 мин, 55—60°С или 1 ч, 10—20°С; 5) 15 кгс/см²;

Продолжение

№ по пор.	Наименование, марка клея, ТУ, ГОСТ	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Рекомендуемая температура хранения, °С и гарантийный срок хранения, месяцы	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Технология склеивания
4	88-Н МРТУ 38-5-880—66	Раствор резиновой смеси на основе наирита и бутилфеиолформальдегидной смолы в смеси этилацетата с бензином	11 (через 24 ч после склеивания) 13 (через 48 ч после склеивания)	0—20, не более 3	Однороден по цвету и консистенции, без посторонних включений и комков	Морская вода, масло, бензин	Резина с металлами, стеклом; резина с резиной и другими материалами без последующей вулканизации	6) 5—6 ч, 55—60°С; 7) 20—25 ч 1) 2 слоя; 2) 5—10 мин; 3) 1—5 мин; 5) Прикатка роликом массой 500—900 г по 10 раз в каждом направлении; прикатку производить двукратно с интервалом 20 мин; 7) 24 или 48 ч
5	Лейконат МРТУ 6-14-235—69	Раствор триизоцианата, трифенилметана в дихлорэтане	Не менее 40	0—20, не более 18	Раствор от красновато-коричневого до фиолетового цвета	Вода, масло, бензин	Невулканизированные резины к металлам с последующей вулканизацией	1) 1 слой; 2) 30—40 мин, 18—25°С или 5—10 мин, 40—55°С; 5) 50 кгс/см²

Продолжение

№ по пор.	Наименование, марка клея, ТУ, ГОСТ	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Рекомендуемая температура хранения, °С и гарантийный срок хранения, месяцы	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Технология склеивания
6	Карбинольный ТУ 17-731—71	Продукт взаимодействия винилацетилена с кетоном	90 (без цемента при температуре 20° С) 120 (с цементом)	Не более 6	Вязкая прозрачная жидкость (сироп) от желтого до светло-коричневого цвета Непрозрачная подвижная масса зеленовато-серого цвета	Трансформаторное масло, бензин, керосин. При склеивании непористых материалов — вода, спирт, кислоты	Стекло и другие прозрачные материалы Металлы, пластмассы, древесина, бумага, картон, гетинакс, текстолит, фибра	1) 1 слой; 2) 40 мин, 18—25°С или 30 мин, 25—30°С (клей, приготовленный на ацетоне); 20 мин, 18—25°С или 15 мин, 25—30°С (клей, приготовленный без ацетона); 5) 1,5—2 кгс/см²; 6) 48—72 ч, 10—15°С или 24 ч, 20—25°С, или 10—12 ч, 40—45°С, или 4—6 ч, 55—60°С; 7) 72 ч

Продолжение

№ по пор.	Наименование, марка клея, ТУ, ГОСТ	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Рекомендуемая температура хранения, °С и гарантийный срок хранения, месяцы	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Технология склеивания
7	ПФЭ2/10 ТУ 84-23—68	Спирто-водный раствор метнлол-полиамидной смолы, применяемой с отвердителем — спирто-водный раствор малеиновой кислоты		10—30, не более 6	Полупрозрачный или прозрачный раствор, не содержащий посторонних включений и нерастворившихся частиц смолы, от бесцветного до слабо-желтого, но темнее эталона	Углеводороды, масло, жиры, концентрированные щелочи	Алюминий, дюралюминий, стекло силикатное, оргстекло марки 1-53, дерево, кожа, бумага, химически обработанная резина пористая и сплошная, кожа с резиной, ткани	
8	ВИАМ-Б3 ТУ 6-05-1368—70	Продукт поликонденсации, получаемый из смолы ВИАМ-Б под воздействием катализатора — керосинового контакта	Не менее 130	—	Однородная прозрачная (в тонких слоях) жидкость без механических примесей и сгустков	Вода, масло	Пенопласты и текстолиты между собой и друг с другом, древесина	1) 1 слой; 2) 5—10 мин, 18—25°С; 5) 2,5—5 кгс/см²; 6) не менее 18 ч; 7) 24 ч

Продолжение

№ по пор.	Наименование, марка клея, ТУ, ГОСТ	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Рекомендуемая температура хранения, °С и гарантийный срок хранения, месяцы	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Технология склеивания
9	Костный, ГОСТ 2067—80: высший I II III	Продукт обезжиривания бензином отполированных костей животных, состоящих из глютина, продуктов его распада и воды	Не менее: 90 80 65 45	При плюсовой температуре не более 6	Плитки 80×150×10—16 мм прозрачные от темно-желтого до коричневого цвета с блестящей поверхностью, крупнодробленый, мелкодробленый и галерта-студнеобразная масса, близкая к коричневому цвету без сгустков	—	Древесина, фанера	1) 1 слой; 2) при 18°С; 5) 3—4 кгс/см²; 6) 2—5 ч, 18°С; 7) 48 ч, нормальные условия
10	Казеиновый, ГОСТ 3056—74: экстра обыкновенный ОБ	Продукт смешивания казеина, гашеной извести, минеральных солей (фтористого натрия, соды, медного купороса и др.) с керосином	100 (в сухом виде), 70 (после 24-часового вымачивания в воде	Не выше 30, не более 5	Однородный порошок, допускается наличие комков, легко распадающихся при растирании	—	Древесина, древесина с картоном, тканью	1) 1 слой; 2) при 15—30°С; 6) 4—6 ч на воздухе; 7) 24 ч, нормальные условия

Продолжение

№ по пор.	Наименование, марка клея, ТУ, ГОСТ	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Рекомендуемая температура хранения, °С и гарантийный срок хранения, месяцы	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Технология склеивания
			при 15—25 °С) 70 (в сухом виде), 50 (после 24-часового вымачивания в воде при 15—25° С)					
11	ФР-100 ТУ 6-05-1638—73	Смола — продукт конденсации алкилрезарциновой фракции с формальдегидом в среде этилового спирта, этиленгликоля и водного раствора щелочи	Не менее 130	Не более 20° С Не более 6	Смола. Однородная жидкость темно-коричневого цвета с красноватым оттенком Отвердитель. Пылевидный порошок серовато-белого цвета	Вода, масло	Древесина, фанера	1) 1 слой; 2) при 18—20°С; 5) 2—3 кгс/см²; 6) 24 ч, 18°С; 7) 24 ч, 18°С

Таблица 2

Характеристика клея-контактола

№ по пор.	Тип клея, ТУ	Состав клея контактола	Температура термообработки, °С	Продолжительность термообработки, ч	Прочность склеивания, кгс/см², не менее	Выдержка после термообработки, ч	Температура хранения, °С	Срок годности клея к употреблению	Внешний вид	Стойкость в средах	Контактируемые поверхности	Назначение
1	К-4 УБО.028.013ТУ	Серебряный порошок, эпоксидная смола, отвердитель — полиэтиленполиамин	85 ±5 110 ±5 125 ±5	Не менее 6 4 3	40	Не менее 1	15—35	84	Однородная масса без комков и крупинок	Повышенная влажность	Серебряные, медные, платиновые, паладиевые	Создание проводящих соединений в различных электрических цепях
2	К-8 УБО.028.013ТУ	Серебряный порошок, лак	120 ±5 170 ±5 190 ±5	Не менее 3 1 1	25 35 50	То же	15—35	6 месяцев	То же	То же	Серебряные, платиновые, паладиевые	То же
3	К-13А и К-13б УБО.028.013ТУ	То же	70±5	Не менее 7	25	»	15—35	30 суток	»	»	Серебряные, медные, платиновые	»

Таблица 3

Клей для склеивания ферромагнитной ленты

№ по пор.	Состав клея	Склеиваемые материалы	Технология склеивания	Примечание
1	Уксусная кислота (23,5 см³), бутилацетат (13 см³) и ацетон (63,5 см³)	Ферромагнитная лента	Концы оборванной ленты аккуратно обрезать ножницами под некоторым углом (например, 45°), смазать клеем, сложить и на некоторое время сжать пальцами	При отсутствии специального клея для соединения концов оборванной ленты можно использовать специальную липкую ленту или липкий медицинский пластырь, накладывая узкую полосу его на нерабочую сторону соединенных встык магнитных лент
2	Две весовые части ацетона, одна часть уксусной кислоты и одна часть этилацетата	То же	То же	То же

Таблица 4

Физико-механические показатели клеев для склеивания высокочастотных материалов

Средние значения предела прочности указаны в таблице в числителе, минимальные и максимальные — в знаменателе

№ по пор.	Наименование, марка клея	Состав	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²	Внешний вид	Стойкость в средах	Склеиваемые материалы	Техиология склеивания
1	ФРАМ-30 жидкий	Смола ФРАМ-30 в органическом растворе, ускоритель, отвердитель	279 / 230—330	Однородная прозрачная масса	Влага, повышенная температура (—60÷ +200°С)	Высокочастотные материалы	1) 3 слоя; 2) 30 мин, 50—60°С; 3) 30 мин, 50—60°С; 4) выдерживать на воздухе до отлипа; 5) 8—10 кгс/см²; 6) 10 ч, 180—190°С (время отсчитывать с момента достижения материалом указанной температуры); 7) охладить до комнатной температуры
2	ФРАМ-30 пленочный	Смола ФРАМ-30, ускоритель, отвердитель	250 / 130—421	То же	То же	То же	1) 1 слой; 2) 30 мин, 50—60°С; 5) 8—10 кгс/см²; 6) 10 ч, 180—190°С (время отсчитывать с момента достижения материалом указанной температуры); 7) охладить до комнатной температуры
3	Полистироловый	Раствор блочного полистирола в бензоле или толуоле, ксилоле	—	Однородная жидкость	В повышенной температуре (80°С) не стоек	Полистироловые детали с металлическими и между собой	1) 1 слой; 2) 3—5 мин, нормальные условия; 5) 1—4 кгс/см²; 6) 6 ч, 18—20°С; 7) 24 ч, 18—20°С

Таблица 5

Эпоксидные компаунды для склеивания

В таблице применяются следующие условные обозначения и сокращения:
k — эпоксидное число данной партии смолы;
g — суммарное количество смолы, отвердителя ВТУ МХП КУ-470—56, пластификатора;
ма — малеиновый ангидрид ГОСТ 11153—75;
тэа — триэтаноламин МРТУ 6-02-403—67;
пкп — пылевидный кварцевый песок;
дбф — дибутилфталат ГОСТ 2102—67;
дцд — дициандиамид ГОСТ 6988—73;
гмд — гексаметилендиамин СТУ 12 № 10, 242—63;
пэпа — полиэтиленполиамины СТУ 49—2529—62.
Средние значения предела прочности указаны в таблице в числителе, минимальные и максимальные — в знаменателе

Марка	Состав, весовые части	Рекомендуемый режим отверждения	Предел прочности клеевых соединений при сдвиге в нормальных условиях, кгс/см²	Назначение	Прочие свойства	Примечание
Д-2	ЭД-6-100, ма—2,28R пкп—1,5—1,8	120° С 10 ч	350 / 340—370	Для склеивания в различных сочетаниях черных, цветных металлов, керамики, стекла	Маслостойкий, бензиностойкий, стойкий к разбавленным минеральным кислотам и щелочам, грибостойкий	Допускается замена кварцевого песка фарфоровой пылью, портланд-цементом и другими наполнителями с варьированием количества наполнителя в зависимости от конкретного вида применения

Продолжение

Марка	Состав, весовые части	Рекомендуемый режим отверждения	Предел прочности клеевых соединений при сдвиге в нормальных условиях, кгс/см²	Назначение	Прочие свойства	Примечание
Д-6	ЭД-6-100, дбф—10—15, гмд—8—10	25±10° С не менее 24 ч или 70±5° С 5—7 ч	235 / 225—250	Для склеивания черных и цветных металлов, ферритов, керамики, стекла, кожи, дерева, слоистых материалов (гетинакса, текстолита, стеклопластиков на основе полиэфирных и эпоксидных смол), термореактивных пластмасс (фенолформальдегидных и др.), полиамидных пластмасс, органического стекла, пенопластов, пенополиуретана, пенополистирола и др. в различных сочетаниях	Маслостойкий, бензиностойкий, стойкий к разбавленным минеральным кислотам и щелочам, грибостойкий	Допускается замена дбф полиэфирами МГФ-9, 200 и др.
Д-8	ЭД-6-100, дбф—10—15, пэпа—10—12, пкп—1,0—1,6g	25±10° С не менее 24 ч или 70±5° С 5—7 ч	170 / 140—185	Для заделки раковин цветного и черного литья	Маслостойкий, бензиностойкий, стойкий к разбавленным минеральным кислотам и щелочам, грибостойкий	Допускается замена металлическими порошкообразными наполнителями при использовании для заделки раковин, пор, трещин в металлических отливках

Продолжение

Марка	Состав, весовые части	Рекомендуемый режим отверждения	Предел прочности клеевых соединений при сдвиге в нормальных условиях, кгс/см²	Назначение	Прочие свойства	Примечание
Д-9	ЭД-6-100, дбф—10—15, пэпа—8—10	25±10° С не менее 24 ч	150 / 80—200	Аналогично клею Д-6, исключая применение для оргстекла и полиамидных пластмасс	Маслостойкий, бензиностойкий, стойкий к разбавленным минеральным кислотам и щелочам, грибостойкий	Допускается замена дбф полиэфирами МГФ-9, 220 и др.
Д-16	ЭД-6-100, пкп—1,5*g*, тэа—10	120° С 10 ч или 140° С 7 ч	370 / 350—400	Для склеивания в различных сочетаниях черных, цветных металлов, керамикн, стекла	То же	Допускается замена кварцевого песка фарфоровой пылью, портландцементом и другими наполнителями с варьированием количества наполнителя в зависимости от конкретного вида применения
Д-54	ЭД-6-100, дпд-0,49*k*, этилцеллозольв— (7,0—8,5) *k*	185±5° С 3—5 ч	550 / 500—700	1) Для склеивания в различных сочетаниях черных и цветных металлов, керамики, стекла в тех случаях, когда требуется тонкий клеевой слой (от 5 мкм и выше), наносящийся кистью или пульверизатором. 2) Для покрытия и склеивания роторного и статорного железа	»	

Продолжение

Марка	Состав, весовые части	Рекомендуемый режим отверждения	Предел прочности клеевых соединений при сдвиге в нормальных условиях, кгс/см²	Назначение	Прочие свойства	Примечание
Д-86	ЭД-6-100, тэа—10, дбф — 10, ацетон — 40—80	120°С 10 ч или 140°С 7 ч или 160° С 5 ч 25±10°С 1—1,5 ч и термообработка при 70° С 5 ч, 100° С 2 ч, 140° С 3—4 ч	$\frac{415}{375—450}$	1) Для склеивания керамики, стекла, магнитодиэлектрических пластин. 2) Для склеивания черных и цветных металлов в тех случаях, когда необходимо обеспечить электрический контакт между склеиваемыми поверхностями (за счет замыкания по заусенцам при малой толщине клеевого слоя). 3) При склеивании поверхностей с высокой чистотой обработки (от ▽7 и выше) и точной подгонкой. 4) При недопустимости образования натеков клея на примыкающих к клеевому шву поверхностях. 5) Для герметизации паяных и сварных швов	Маслостойкий, бензиностойкий, стойкий к разбавленным минеральным кислотам и щелочам, грибостойкий	Количество ацетона может изменяться в зависимости от требований к толщине клеевой пленки

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОПИТКЕ ВОЙЛОЧНЫХ УПЛОТНЕНИЙ

Пропитку войлочных уплотнений производят с целью создать лучшую герметизацию соприкасающихся с уплотнением металлических поверхностей и устранить возможность их коррозии.

Рецепты приготовления пропитывающего состава

Первый рецепт (в %)

Смазка пластинчатая ПВК ГОСТ 19537—74	85
Веретенное масло АУ ГОСТ 1642—75	10
Парафин ГОСТ 16960—71	5

Второй рецепт (в %)

Церезин ГОСТ 2488—73	75
Вазелин ГОСТ 5774—76	15
Веретенное масло АУ ГОСТ 1642—75	10

Способ приготовления пропитывающего состава и пропитки им уплотнений

1. Пропитывающий состав готовить в чистом луженом, эмалированном или стеклянном сосуде, смешивая его составные части в подогретом состоянии до 65—80°С.

При этом следить, чтобы в состав не попали посторонние примеси.

2. Погрузить уплотнения в состав и выдержать их в течение 20—35 мин при 65—80°С.

Уплотнения, бывшие в употреблении, перед пропиткой промыть в чистой воде, нагретой до 80—100°С, и просушить.

3. Вынуть уплотнения из состава и выдержать над сосудом для стекания излишнего пропитывающего состава, после чего уложить на чистую бумагу и дать остыть до комнатной температуры.

4. Завернуть уплотнения в промасленную пропитывающим составом бумагу и в таком виде подать на место сборки.

РЕМОНТ ЦИЛИНДРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

I. Ремонт цилиндров с поврежденным хромовым покрытием

1. Промыть цилиндр 10—15% водным раствором кальцинированной соды (Na_2CO_3) и вытереть насухо.

2. Подготовить раствор для расхромирования следующего состава (по объему в %):

Ингибированная соляная кислота HCl	50
Вода	50

Во избежание несчастных случаев раствор следует приготовлять в таком порядке: в ванну для травления влить необходимое количество воды (температура 15—20°С) и после этого, помешивая воду, влить соляную кислоту (температура 15—20°С). Работу производить в резиновых перчатках.

3. Забить в один из концов цилиндра деревянную пробку с резиновой прокладкой, поставить цилиндр вертикально и заполнить его приготовленным раствором. Осматривая цилиндр через каждые 1,5—2 ч, выдержать его до полного расхромирования; о расхромировании будет свидетельствовать прекращение газовыделения.

При наличии ванны соответствующего размера разрешается для расхромирования погружать цилиндр в ванну с указанным раствором.

4. Промыть цилиндр в холодной проточной воде (при возможности струей) до полного удаления кислоты.

5. Нейтрализовать цилиндр, промыв его в 10—15% водном растворе кальцинированной соды с выдержкой 10—15 мин.

Промыть цилиндр в горячей воде (температура 70—80°С) и вытереть насухо.

Операции 1—5 следует выполнять также при расхромировании штоков и других деталей с повреждением хромового покрытия.

6. Изготовить приспособление для шлифовки полости цилиндра (рис. 1). Гайку *2* применять при шлифовке цилиндров длиной более 1 м.

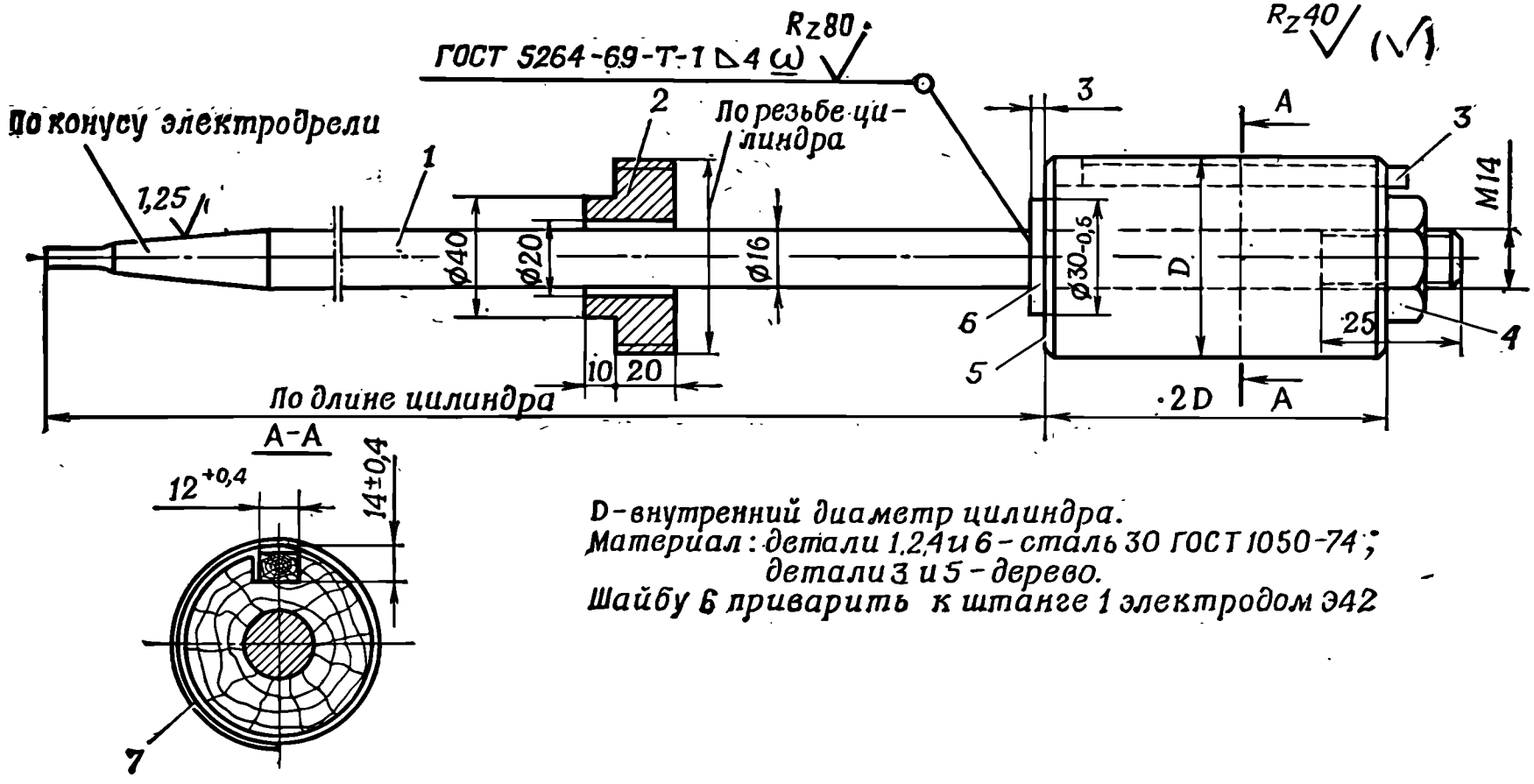
7. Закрепить цилиндр в штатном приспособлении для разборки противооткатных устройств.

Заправить головку приспособления шлифовальной шкуркой зернистостью 180—240. Ввести приспособление в полость цилиндра и, вращая приспособление электродрелью, отшлифовать полость по всей длине.

При шлифовке смазывать шлифовальную шкурку веретенным маслом.

8. Промыть цилиндр уайт-спиритом и вытереть насухо.

Обмерить полость цилиндра и смазать.



D – внутренний диаметр цилиндра.
Материал: детали 1, 2, 4 и 6 – сталь 30 ГОСТ 1050-74;
детали 3 и 5 – дерево.
Шайбу 6 приварить к штанге 1 электродом Э42

Рис. 1. Приспособление для местной шлифовки:
1 — штанга; *2*, *4* — гайки; *3* — шпонка; *5* — головка; *6* — шайба; *7* — шлифовальная шкурка

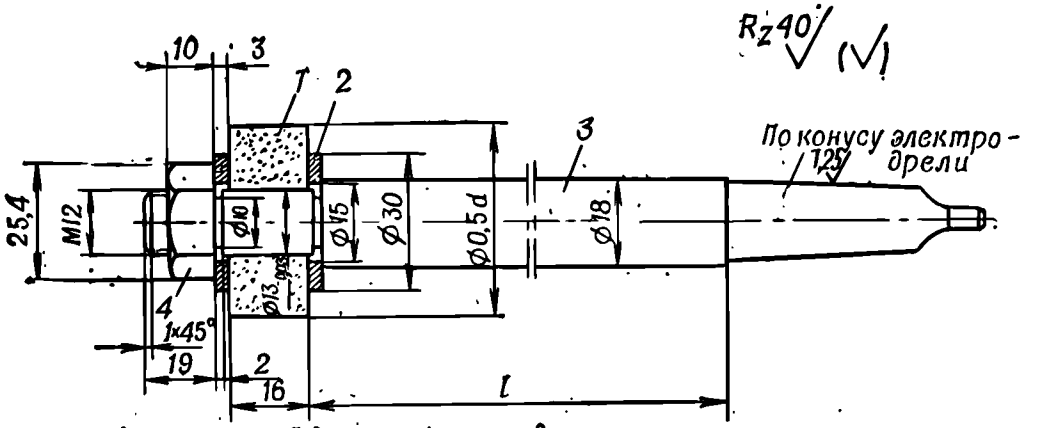
II. Удаление ржавчины

9. Выполнить операции 6, 7 и 8. Полость цилиндра шлифовать до удаления ржавчины, снимая минимальный слой металла по всей длине. Предельно допустимые размеры расшлифовки цилиндров указываются в частных руководствах.

III. Удаление выпучин

Удаление выпучин высотой до 1 мм

10. Изготовить приспособление (рис. 2) для удаления выпучин.



d – внутренний диаметр цилиндра;
l – по месту.
Материал: детали 2, 3 и 4 – сталь 30 ГОСТ 1050-74

Рис. 2. Приспособление для удаления выпучин:
1 — шлифовальный круг; *2* — шайба (2 шт.); *3* — оправка; *4* — гайка

11. Закрепить цилиндр в приспособлении для разборки. Ввести приспособление в полость цилиндра и спилить приподнятый металл заподлицо с неповрежденной поверхностью.

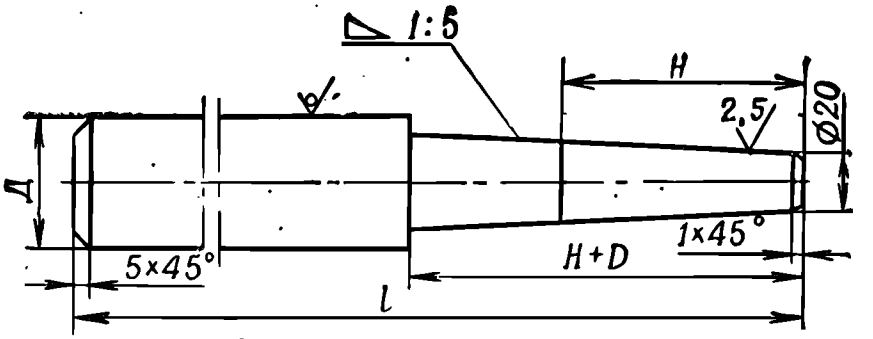
12. Зачистить шлифовальной шкуркой ремонтируемый участок полости цилиндра с помощью приспособления, изготовленного по рис. 1, промыть цилиндр уайт-спиритом и вытереть насухо.

Удаление выпучин высотой более 1 мм

13. Выполнить операции 1—5 при ремонте цилиндров с хромированной поверхностью.

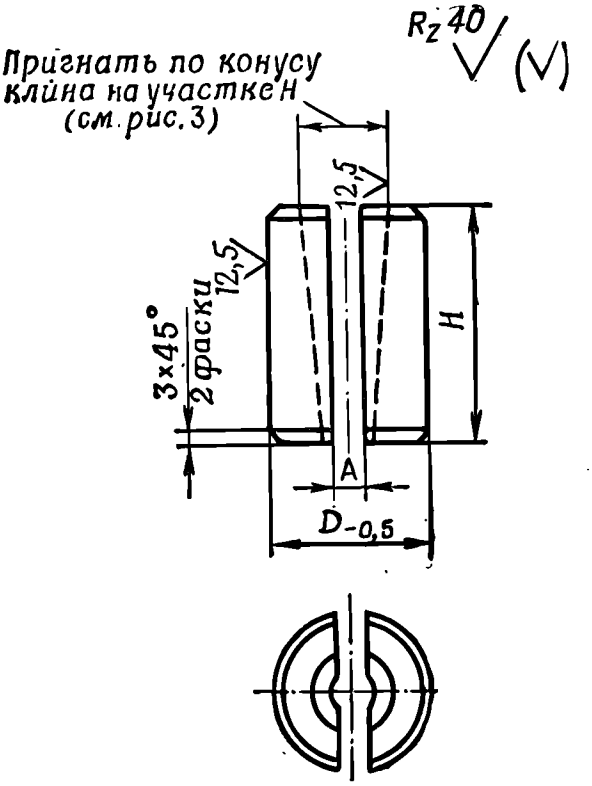
14. Изготовить приспособление для правки вмятин (рис. 3 и 4).

15. Подобрать трубу *4* (рис. 5) или стержень такой длины, чтобы разрезная оправка *2* устанавливалась серединой цилиндрической части против центра выпучины. Диаметр трубы или стержня должен быть на 5—10 мм меньше внутреннего диаметра корпуса сальника или цилиндра.



D - фактический диаметр полости цилиндра;
H - высота оправки (см. рис. 4) Д и l по месту.
Материал: сталь любой марки.
Острые ребра притупить

Рис. 3. Клин



Деталь точить из одного куска, а затем разрезать
H = 1,5-2D, где D - фактический диаметр полости цилиндра.
A - в зависимости от величины выпучины, но не менее 10 мм.
Материал: сталь любой марки.
Острые ребра притупить

Рис. 4. Разрезная оправка

Обмотать трубу или стержень ветошью (чтобы не повредить полость цилиндра), вставить трубу (стержень) в цилиндр и установить цилиндр, как показано на рис. 5. Вставить оправку *2* и клин *1* в цилиндр так, чтобы оправка упиралась в торец трубы, и клином разжать оправку до упора в выпучину.

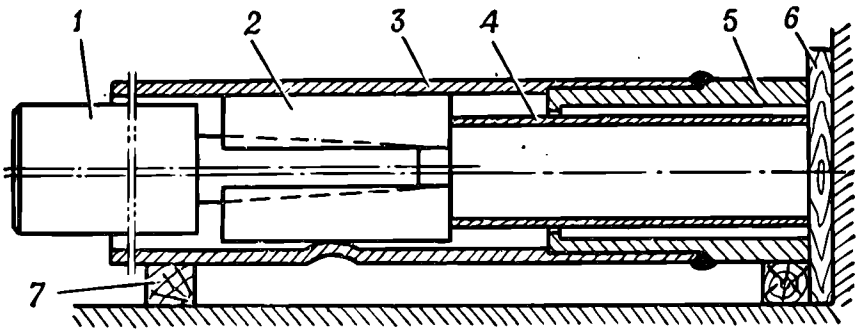
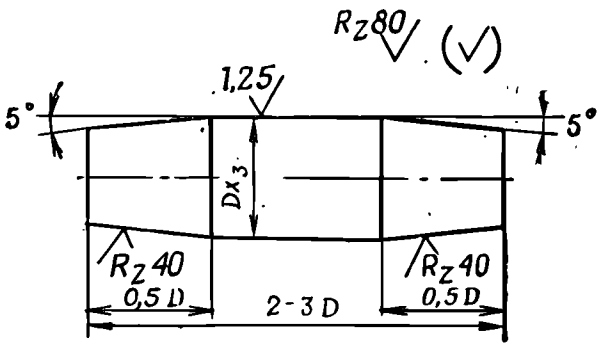


Рис. 5. Правка вмятин:

1 — клин; *2* — разрезная оправка; *3* — цилиндр; *4* — труба; *5* — корпус сальника; *6* — доска; *7* — деревянная опора

16. Нагреть цилиндр в месте расположения вмятины газовой горелкой или паяльной лампой до 650—700°С и, ударяя молотком по клину, выправить вмятину.

Работу производить возможно быстрее во избежание повторного нагрева цилиндра.



D-фактический диаметр цилиндра.
Материал: сталь У7 ГОСТ 1435-74;
Острые ребра притупить.
Закалить HRC 45–50

Рис. 6. Калибровочная оправка

17. Изготовить калибровочную оправку (рис. 6).

Смазать оправку веретенным маслом и прокалибровать место правки.

18. Зашлифовать шлифовальной шкуркой участок полости цилиндра с помощью приспособления, изготовленного по рис. 2. Расхромированный цилиндр шлифовать по всей длине, промыть и обмерить (операции 7 и 8).

IV. Заделка пробоин

Заделка пробоин размером до 15 мм

19. Выполнить операции 1—5 при ремонте цилиндров с хромированной поверхностью.

20. Рассверлить пробоину и раззенковать ее (рис. 7).

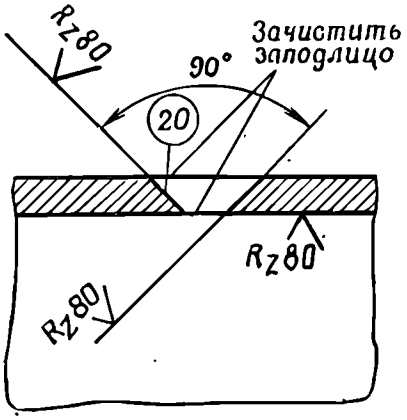


Рис. 7. Подготовка поврежденного места под заварку

21. Ввести в плоскость цилиндра оправку с пластинкой из красной меди толщиной 2—3 мм. Размеры пластинки должны быть такими, чтобы она перекрывала подготовленное под заварку отверстие.

Заварить пробоину электродом Э50-4.

22. Зачистить снаружи и внутри цилиндра наплывы металла. Зачистку металла внутри цилиндра производить приспособлением (рис. 2), как указано в операции 11.

23. Выполнить работы, указанные в операции 18.

24. Испытать цилиндр на прочность, как указано в разд. 10.

Заделка пробоин размером более 15 мм

25. Выполнить операции 1—5 при ремонте цилиндров с хромированной поверхностью.

26. Разметить поврежденный участок, придав ему по возможности более правильную форму (прямоугольника или окружности), нанести керном центры и просверлить по разметке ряд сквозных отверстий диаметром 4—5 мм (для облегчения обработки).

27. Вырубить поврежденный участок цилиндра, опилить края отверстия по разметке и сделать фаски под углом 45° (рис. 8). Прямоугольное отверстие должно иметь скругленные углы радиусом 8—15 мм.

28. Изготовить вставку из листовой стали марки 40 (если в частном руководстве материал не указан) на 1—1,5 мм толще стенки ремонтируемого цилиндра. Выгнуть вставку по радиусу цилиндра и обработать так, чтобы наружные ее размеры были на 1—2 мм меньше размеров подготовленного отверстия в цилиндре, после чего сделать по краям вставки фаски под углом 45° (рис. 8).

29. Вставить в полость цилиндра деревянную оправку *3* (рис. 9) с пластинкой *4* таких размеров, чтобы вставка *2*, положенная на пластинку, выступала внутрь цилиндра на 0,2—0,5 мм.

30. Приварить вставку к цилиндру электродом Э50-4 сначала в нескольких точках, а затем сплошным швом.

Последующий шов накладывать после охлаждения предыдущего шва и после тщательной очистки до металлического блеска наплавленного слоя металла.

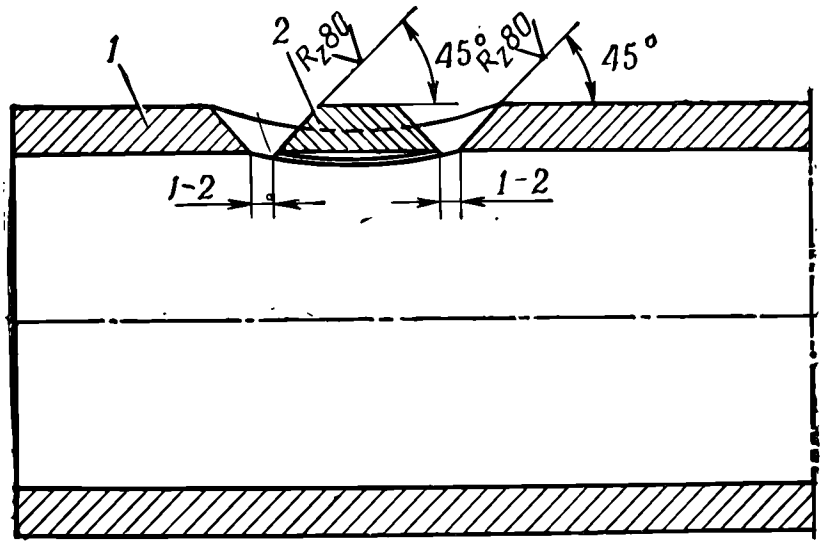


Рис. 8. Подгонка вставки:
1 — цилиндр; *2* — вставка

Работу выполнять в помещении при температуре не ниже +10°С. После приварки вставки подогреть цилиндр пламенем паяльной лампы или газовой горелки до 300—350°С с проти-

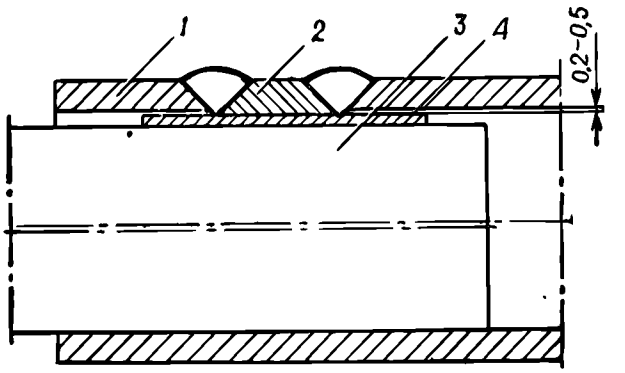


Рис. 9. Приварка вставки:
1 — цилиндр; *2* — вставка; *3* — деревянная оправка; *4* — пластина из красной меди

воположной стороны места приварки, затем немедленно уложить цилиндр заваренным участком в песок, нагретый до 300—350°С, засыпать сверху слоем не менее 100 мм такого же песка и дать цилиндру остыть до температуры окружающего воздуха.

31. Срубить и зачистить заподлицо наплывы металла снаружи цилиндра.

32. Спилить выступающую внутри цилиндра часть вставки приспособлением (рис. 2), как указано в операции 11.

33. Проверить, нет ли изгиба цилиндра, и при необходимости выправить его.

34. Выполнить работы, указанные в операции 18.

35. Испытать цилиндр на прочность, как указано в разд. 10.

V. Заделка пробоин в воздушных цилиндрах

36. Выполнить операцию 26. Вырубить поврежденный участок цилиндра, выправить вмятину около пробоины и опилить края отверстия по разметке.

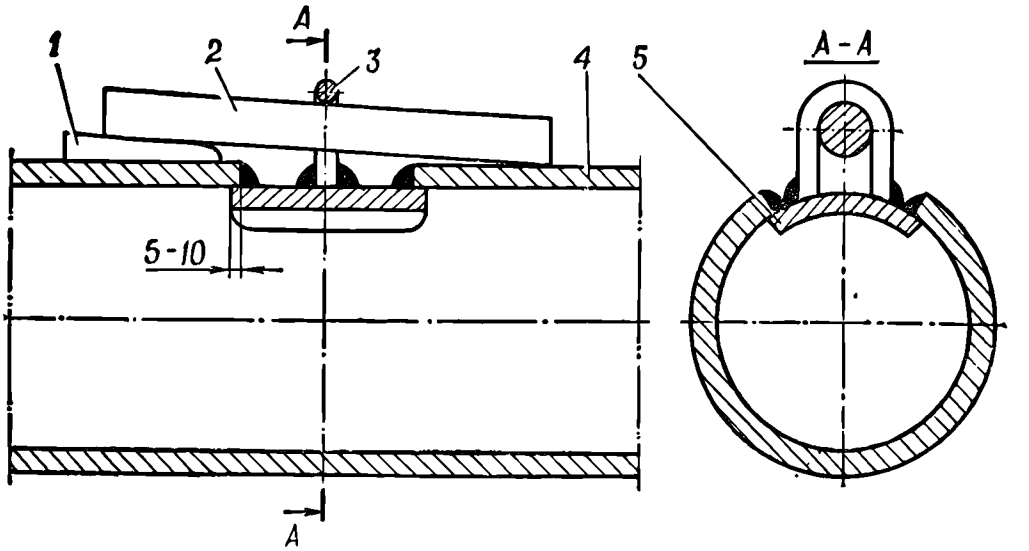


Рис. 10. Заделка пробоин:
1 — клин; *2* — стержень; *3* — петля; *4* — цилиндр; *5* — накладка

37. Вырезать из бумаги выкройку накладки по контуру пробоины с припуском 5—10 мм.

38. Изготовить по выкройке накладку из листовой стали марки 40 (если в частных руководствах материал не указан) толщиной, равной толщине стенки ремонтируемого цилиндра.

39. Выгнуть накладку так, чтобы она плотно прилегала к внутренней поверхности цилиндра (в случаях, предусмотренных частными руководствами, допускается постановка накладок с наружной поверхности цилиндров). Приварить к накладке петлю *3* (рис. 10).

40. Вложить накладку, ввести в петлю стержень *2* и, подбивая под стержень клин *1*, плотно притянуть накладку к цилиндру.

41. Приварить накладку электродом Э50-4 в нескольких точках, вынуть клин и стержень и приварить накладку по контуру сплошным швом.

42. Срубить петлю и зачистить напильником наплывы металла.

43. Промыть цилиндр уайт-спиритом и протереть насухо.

44. Выполнить операцию 35.

ЗАЛИВКА БАББИТОМ И ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

I. Ремонт штоков, пораженных местной глубокой ржавчиной

1. Закрепить шток в трехкулачковом патроне и неподвижном люнете (люнет ставить возможно ближе к участку проточ-

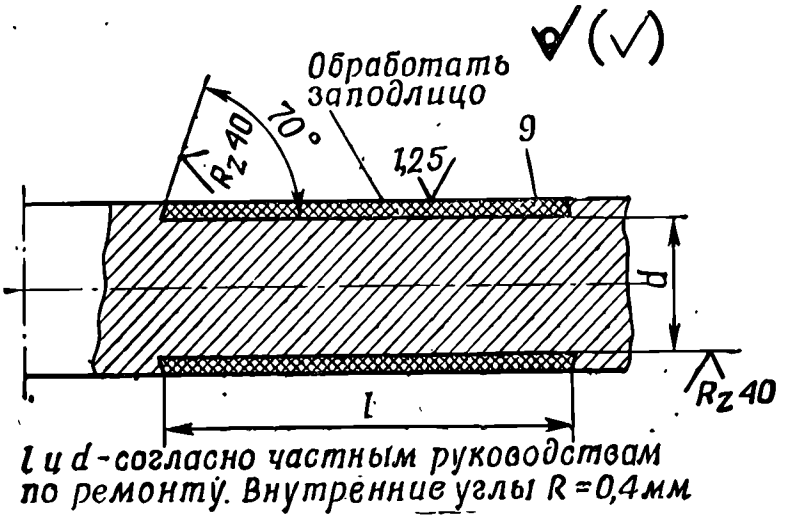


Рис. 1. Проточка участка штока, пораженного ржавчиной

ки), проверить биение индикатором; биение не должно превышать величины, указанной в частном руководстве. При большем биении выправить шток, как указано в подразд. 10.5.

2. На участке штока, пораженном ржавчиной, сделать выточку по рис. 1 и снять шток со станка.

3. Нагреть проточенный участок паяльной лампой до 240—270°С и залудить припоем ПОССу 30-0,5 бескислотным способом (приложение 19).

4. Изготовить из листовой стали толщиной 0,8—1 мм форму для заливки выточки баббитом. Надеть форму на шток и закрепить ее проволокой (рис. 2).

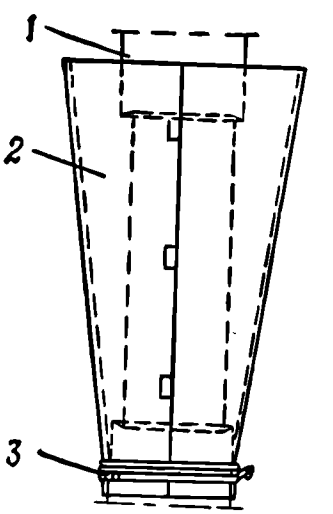


Рис. 2. Подготовка выточки на штоке для заливки баббитом:
1 — шток; *2* — форма; *3* — проволока

5. Расплавить баббит Б16 в металлическом ковше. Для уменьшения окисления поверхность расплавленного баббита засыпать слоем (15—20 мм) древесного угля.

6. Установить шток с формой в удобное положение для заливки и нагреть паяльной лампой до 200—250°С.

7. Равномерной непрерывной струей залить баббит до полного заполнения формы.

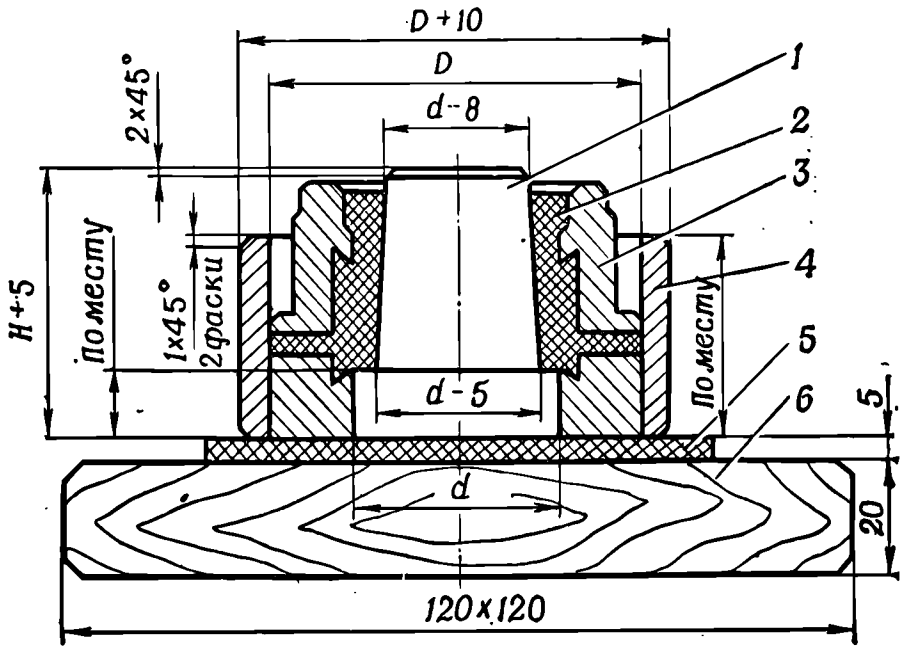
8. Снять форму и закрепить шток на станке, как указано в операции 1.

9. Обточить и отполировать баббитовую заливку заподлицо с поверхностью штока.

Разрешается ставить несколько баббитовых рубашек на расстоянии не менее 15 мм одна от другой.

II. Заливка баббитом и обработка втулок и колец

10. Изготовить приспособление для заливки втулки (рис. 3) или кольца (рис. 4) баббитом.



d - внутренний диаметр втулки;
D - наружный диаметр втулки;
H - высота втулки.
Материал: дет. 1 и 4 - сталь любой марки;
дет. 5 - асбест; дет 6 - дерево любой марки

Рис. 3. Приспособление для заливки втулки баббитом:
1 — сердечник; *2* — баббитовая заливка; *3* — втулка; *4* — стакан; *5* — прокладка; *6* — основание

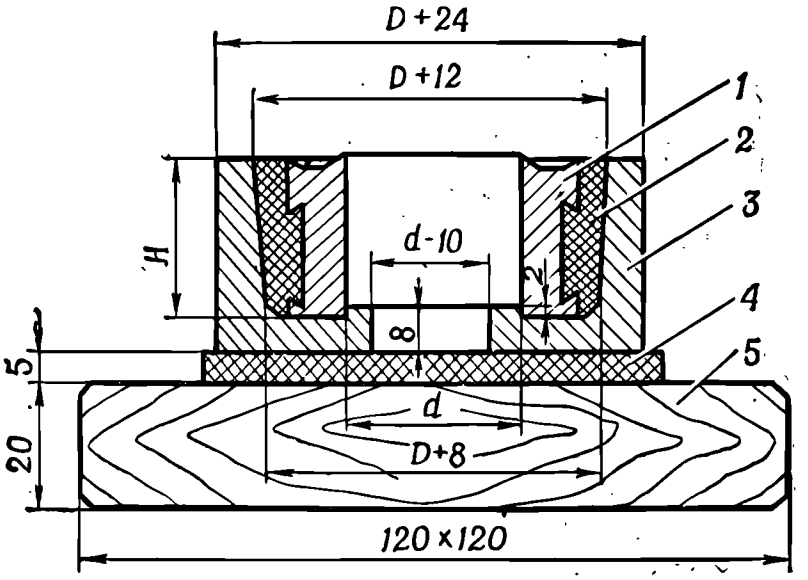
11. Положить втулку (кольцо) в чистую железную ванночку, нагреть до 400°С и выплавить изношенную баббитовую заливку.

12. Удалить остатки полуды и баббита с поверхности втулки (кольца) и при наличии окалины зачистить ее шлифовальной шкуркой.

13. Выполнить операцию 3 и поставить втулку (кольцо) в приспособление (рис. 3 и 4).

14. Выполнить операцию 5. Марка баббита указывается в частном руководстве.

15. Выполнить операцию 7. Перед заливкой баббита приспособление предварительно нагреть до 200—250°С.



d - внутренний диаметр кольца;
D - наружный диаметр кольца;
H - высота кольца.
Материал:
дет. 3 - сталь любой марки;
дет. 4 - асбест,
дет. 5 - дерево любой породы

Рис. 4. Приспособление для заливки колец баббитом:
1 — кольцо; *2* — баббитовая заливка; *3* — стакан; *4* — прокладка; *5* — основание

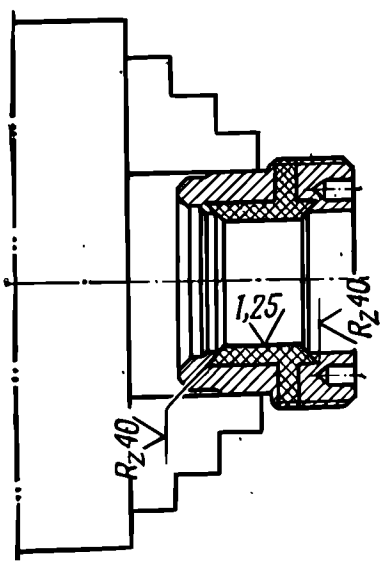


Рис. 5. Обработка втулки

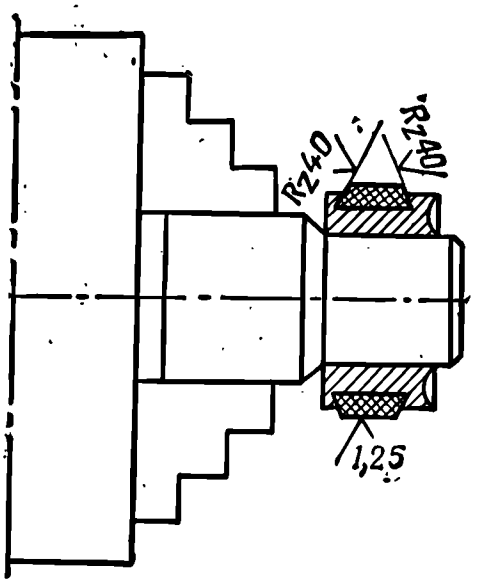


Рис. 6. Обработка кольца

16. Закрепить втулку (кольцо) в самоцентрирующийся патрон, как указано на рис. 5 и 6, и обработать до размеров, указанных в частных руководствах.

17. Прочистить резцом резьбу в местах наплыва баббита.

РЕМОНТ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРЕН, СЕКТОРОВ И РЕЕК

I. Восстановление поврежденных зубьев наплавкой

1. Обработать поверхности зубьев до удаления повреждений (рис. 1).

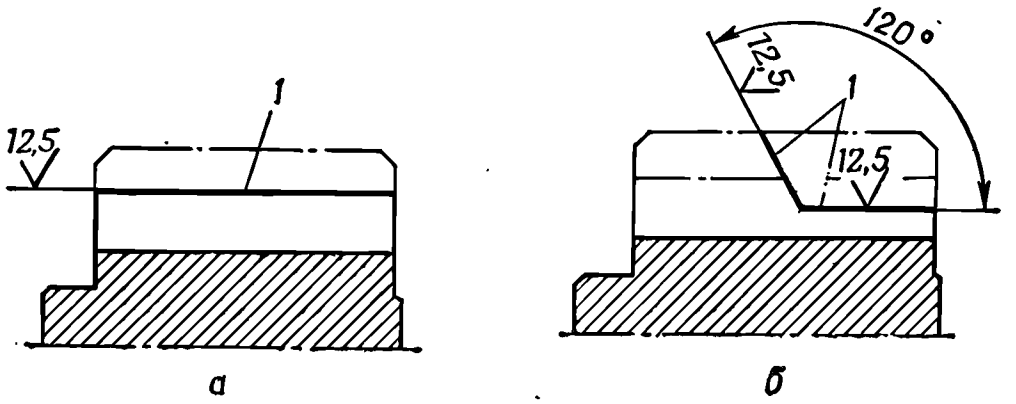
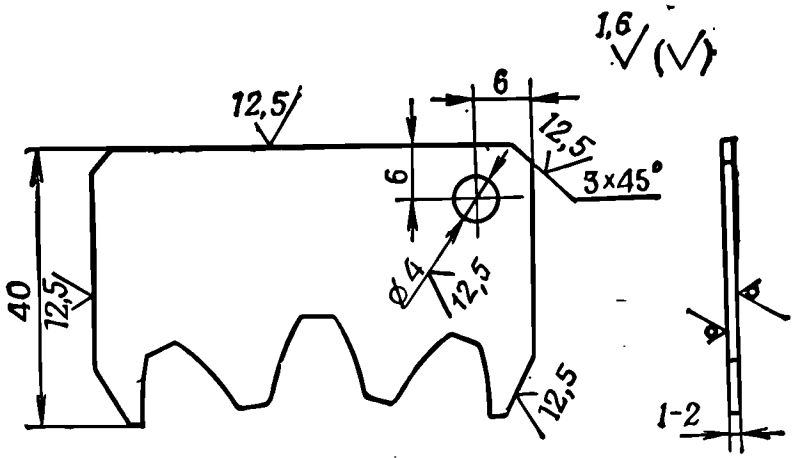


Рис. 1. Подготовка зубьев под наплавку:
а — зуба, поврежденного по всей длине; *б* — частично поврежденного зуба

2. Наплавить на поврежденные зубья электродом Э50 слой металла, достаточный для полного восстановления зубьев, предварительно предохранив поверхности смежных зубьев от брызг металла слоем замазки (приложение 10).



Материал: сталь любой марки.
Острые ребра притупить

Рис. 2. Шаблон для обработки профиля зуба цилиндрических шестерен

3. Срубить наплывы металла и опилить торцы наплавленных участков зубьев заподлицо с торцами неповрежденных зубьев.

4. Изготовить из листовой стали любой марки шаблон по профилю неповрежденных зубьев ремонтируемой шестерни (рис. 2). Шаблон должен охватывать, кроме ремонтируемых зубьев, не менее двух неповрежденных зубьев.

При ремонте конических шестерен, если зубья повреждены по всей длине, изготовлять два шаблона: один по образующей поверхности внешнего дополнительного конуса, а другой по образующей поверхности внутреннего дополнительного конуса,

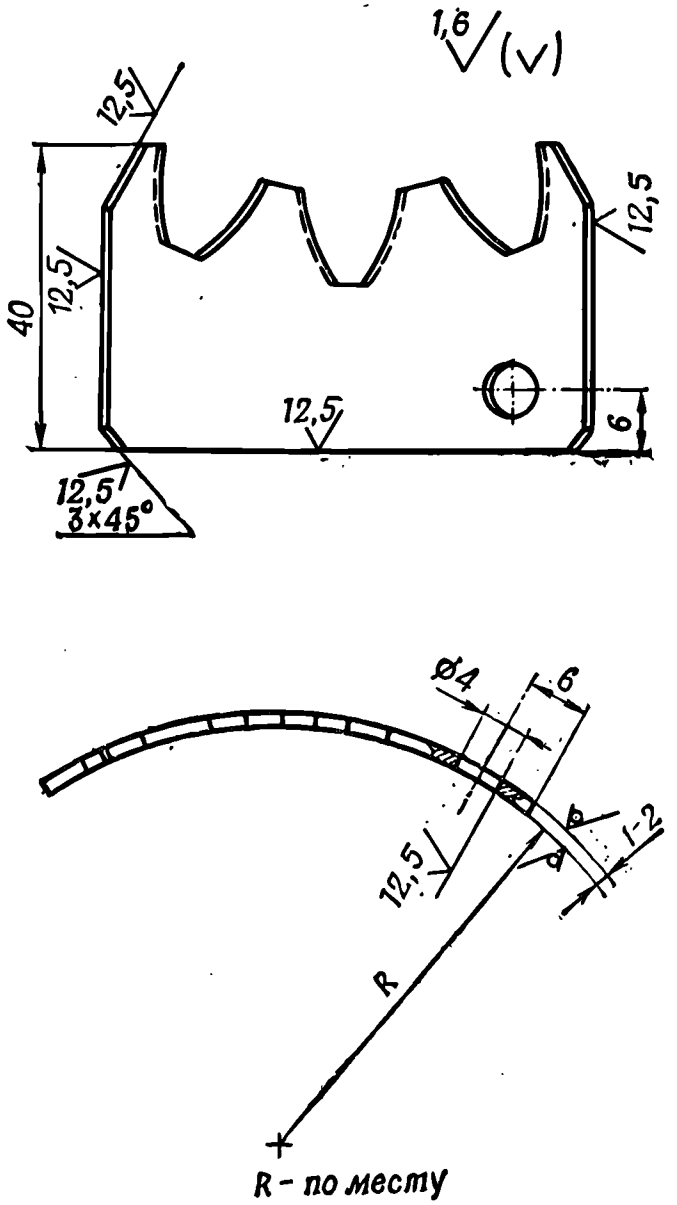


Рис. 3. Шаблон для обработки профиля зуба конических шестерен

причем каждый шаблон выгнуть по соответствующей окружности шестерни (рис. 3). Кроме того, сделать по исправному участку свинцовый отпечаток, охватывающий, кроме поврежденных зубьев, не менее двух неповрежденных зубьев.

5. Разметить профиль зубьев по шаблону.

6. Опилить зубья по разметке и шаблону (рис. 4).

В конических шестернях зубья (если они обрабатываются по всей длине) опилить по двум шаблонам (рис. 3) и окончательно подогнать по свинцовому отпечатку.

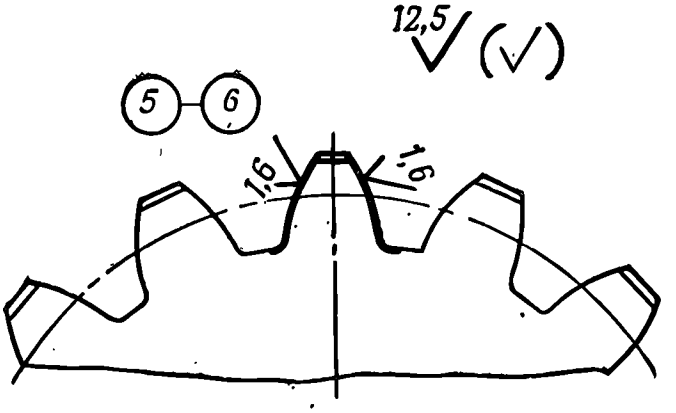


Рис. 4. Опиловка зуба по разметке и шаблону

Поверхности наплавленной и неповрежденной частей зуба должны совпадать.

II. Восстановление зубьев постановкой штырей

7. Срубить остатки поврежденных зубьев заподлицо с впадинами и опилить участок так, чтобы можно было просверлить отверстия для штырей.

8. Разметить и накернить необходимое количество отверстий для штырей в соответствии с рис. 5 и табл. 1. Размеры штырей и отверстий даны в таблице в зависимости от высоты *А* и толщины *Б* зубьев на исправном участке.

Таблица 1

Обозначение размера на рис. 5 и 6	*E*	*C*	*d*	*D*	*l*	*a*	*H*
Зависимость размера от толщины или высоты зубьев	1,5*Б*	*Б*	*Б*	1,5*Б*—2 мм	*А* + 3 мм	$\frac{D-d}{2}$	По месту в пределах 0,8—1,5*Б*

9. Засверлить отверстия с припуском 0,1 мм по диаметру под развертку; развернуть отверстия на диаметр *d* разверткой требуемого диаметра и раззенковать отверстия под угол 90°.

10. Выточить необходимое количество штырей из стали марки 40 в соответствии с рис. 6 и табл. 1.

11. Запрессовать штыри в отверстия (рис. 7). При запрессовке штырей в глухие отверстия обеспечить возможность выхода воздуха из отверстия, для чего предварительно запилить

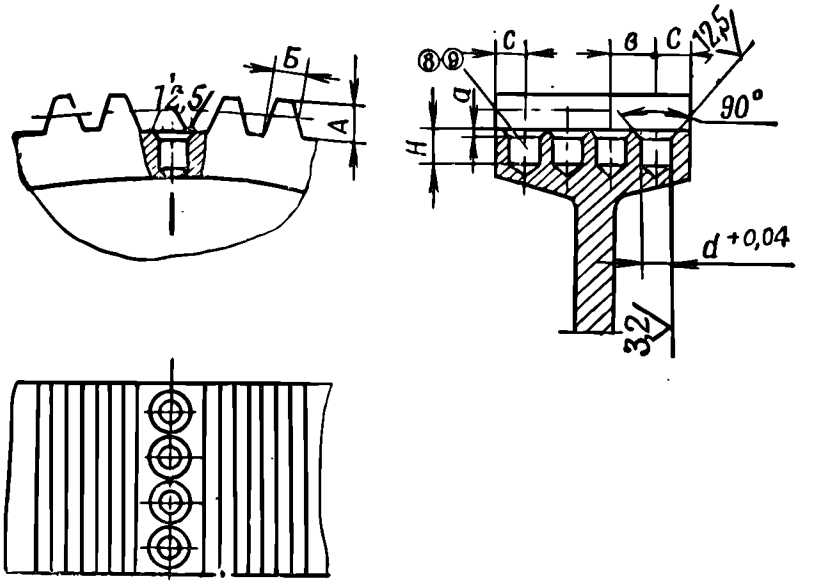
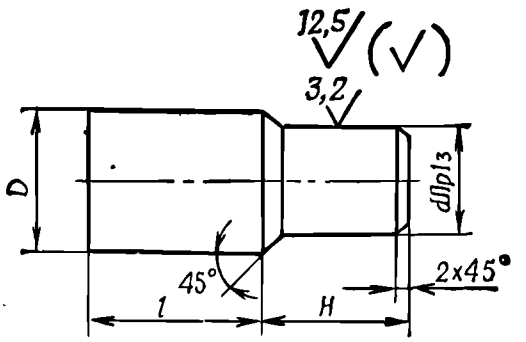


Рис. 5. Подготовка для постановки штырей при ремонте поврежденных зубьев

лыску примерно на глубину 0,5 мм по всей длине запрессовываемой части штыря.



Материал: сталь 40 ГОСТ 1050-74.
Острые ребра притупить

Рис. 6. Штырь

12. Приварить штыри электродом Э50 к ободу ремонтируемой детали и наплавить металл в промежутках между штырями и по всей длине зуба, предварительно предохранив поверхности смежных зубьев (операция 2).

13. Выполнить операции 3—6.

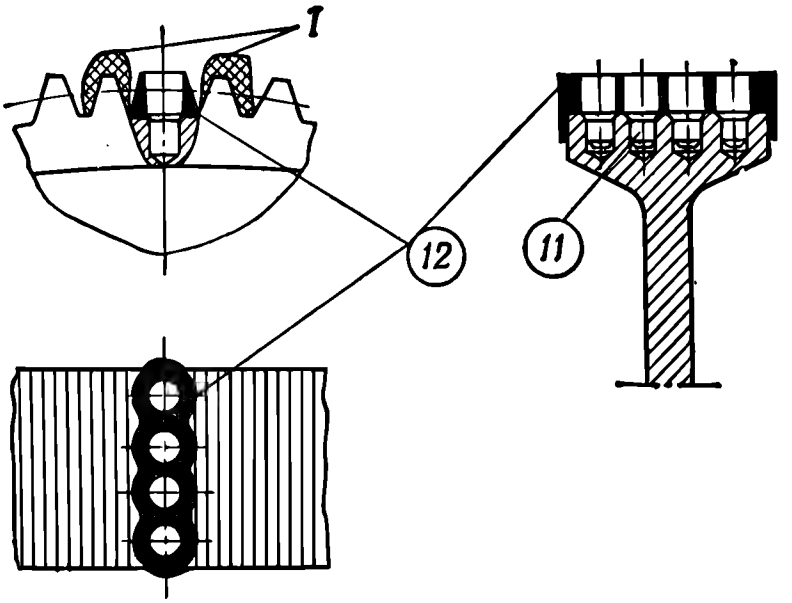


Рис. 7. Постановка штырей при ремонте поврежденных зубьев:
1 — специальная смазка

III. Восстановление зубьев постановкой вставок

14. Разметить на ремонтируемой детали участок для обработки паза для вставки (рис. 8).

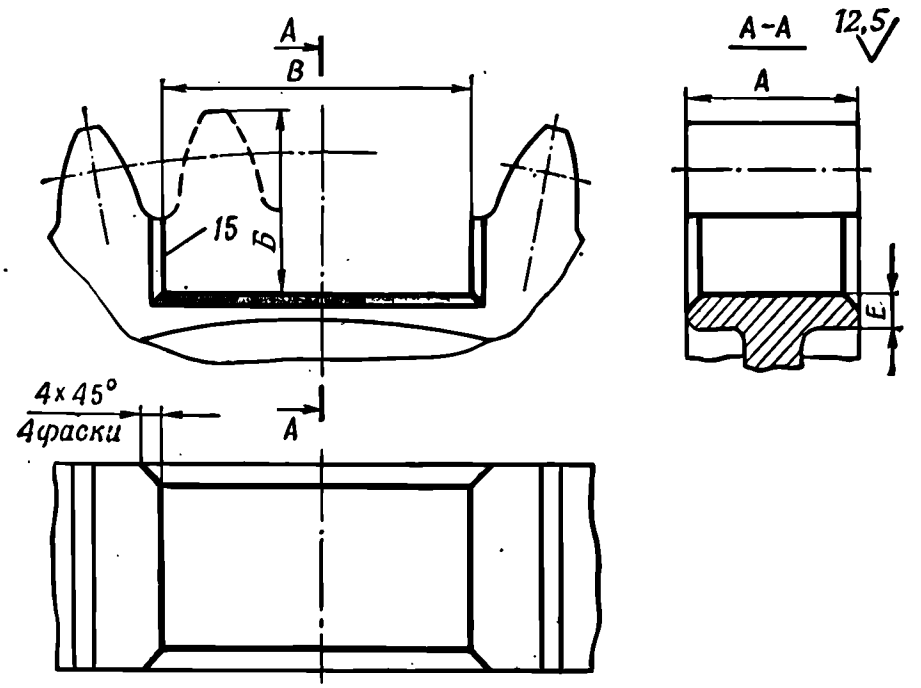


Рис. 8. Подготовка для постановки вставки при ремонте поврежденных зубьев

15. Обработать паз по разметке и сделать фаски.
16. Изготовить вставку с припуском на подгонку (рис. 9).
17. Опилить вставку, подогнав ее плотно по месту.

18. Приварить вставку электродом Э50. Швы накладывать по частям, не допуская сильного нагревания детали (рис. 10).

19. Зачистить наплывы металла и торцы вставки заподлицо с плоскостями детали.

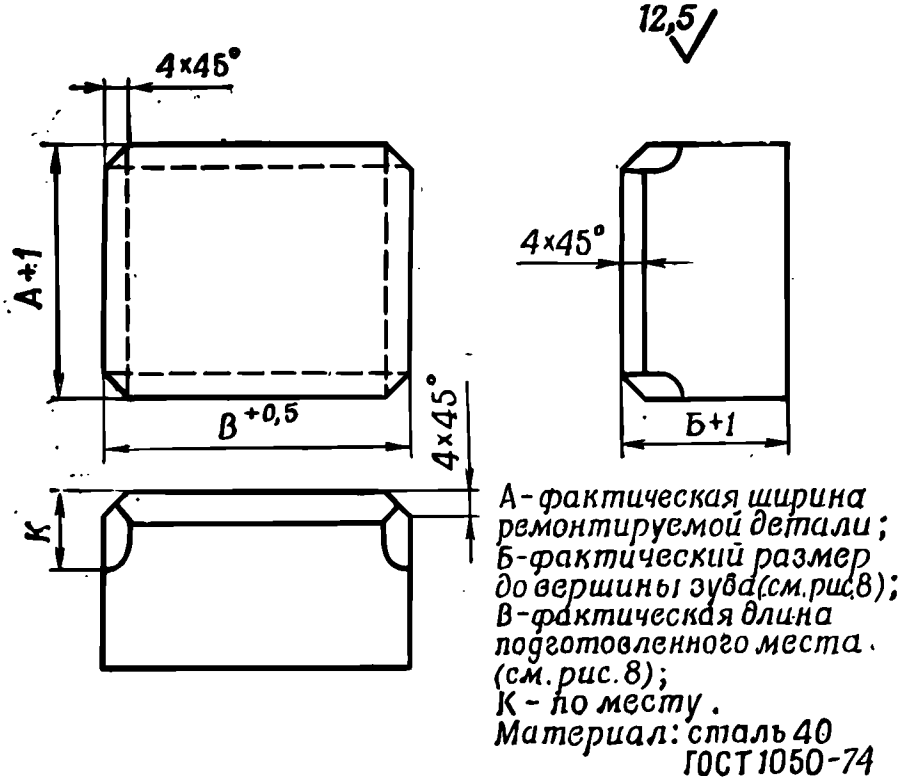


Рис. 9. Вставка

20. Выполнить операции 4—5.

21. Обработать зубья вручную по разметке и шаблону, а при наличии оборудования и деталей соответствующих разме-

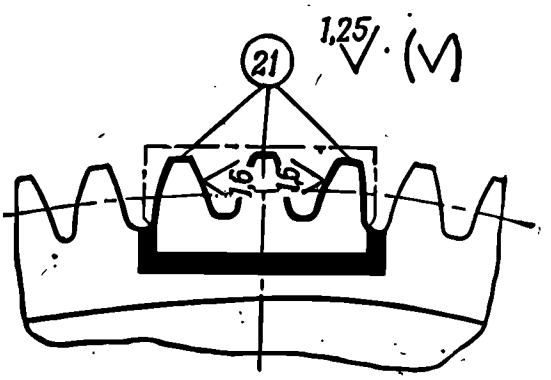


Рис. 10. Постановка вставки при ремонте поврежденных зубьев

ров — строжкой или фрезеровкой с последующей опиловкой.

IV. Окончательная пригонка зубьев после восстановления

22. После восстановления зубьев собрать зубчатую передачу, произвести пригонку и при необходимости обкатку зубчатого зацепления (приложение 9).

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ

Типы подшипников

Подшипники качения подразделяются:

по направлению действия нагрузки, которую подшипник воспринимает;

по форме тел качения (тип подшипника);

по конструктивным особенностям;

по числу рядов тел качения в подшипнике.

1. По направлению действия нагрузки подшипники делятся на следующие группы:

а) радиальные подшипники, которые могут воспринимать только радиальную нагрузку (роликоподшипники с цилиндрическими роликами и однорядные шарикоподшипники с канавкой для ввода шариков), или радиальные подшипники, которые обычно предназначаются для радиальной нагрузки, но могут воспринимать и осевую нагрузку (шарикоподшипники однорядные без канавки для ввода шариков, шарико- и роликоподшипники двухрядные сферические);

б) упорные подшипники, предназначенные для восприятия только осевых нагрузок;

в) радиально-упорные подшипники, предназначенные для восприятия комбинированных нагрузок, т. е. одновременно действующих радиальных и осевых нагрузок.

2. По форме тел качения подшипники делятся на шариковые подшипники (тела качения — шарики) и роликовые подшипники (тела качения — ролики).

3. По конструктивным особенностям подшипники делятся на самоустанавливающиеся (сферические) и несамоустанавливающиеся.

4. По числу рядов тел качения подшипники делятся на однорядные, двухрядные и четырехрядные.

Обозначение подшипников

На каждом шарико- и роликоподшипнике нанесено условное обозначение, состоящее из ряда цифр.

Цифры обозначают внутренний диаметр, серию, тип и конструктивную разновидность подшипника (значение цифр указано в табл. 1).

Порядок отсчета цифр в условном обозначении подшипника ведется справа налево.

Таблица 1

Значение цифр в условном обозначении подшипников

Места цифр в условном обозначении (считая справа налево)	Значение цифр
1-е (для подшипников с внутренним диаметром до 10 мм). 1-е и 2-е (для подшипников с внутренним диаметром от 10 мм и более)	Внутренний диаметр подшипника (диаметр в месте посадки подшипника)
2-е и 7-е (для подшипников с внутренним диаметром до 10 мм). 3-е и 7-е (для подшипников с внутренним диаметром от 10 мм и более)	Серия подшипника (габаритные размеры), т. е. один из установленных стандартами нормальных рядов подшипников, отличающихся по наружному диаметру (цифра на седьмом месте) и ширине при одинаковой конструкции и одинаковых внутренних диаметрах
3-е (для подшипников с внутренним диаметром до 10 мм)	0 (ноль)
4-е	Тип подшипника, т. е. совокупность признаков, определяющих его основные свойства (направление воспринимаемой нагрузки и форма поверхностей тел качения), причем каждому типу подшипника присвоена определенная условная цифра (табл. 2)
5-е и 6-е	Конструктивная разновидность подшипников

Примечания: 1. Подшипники неопределенных серий имеют в условном обозначении не более шести знаков.

2. Нули, стоящие левее последней значащей цифры, считая справа налево, опускаются.

Таблица 2

Условные обозначения подшипников по типам

4-я цифра справа	Наименование подшипника
0	Шариковый радиальный
1	Шариковый радиальный сферический
2	Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами
3	Роликовый радиальный со сферическими роликами
4	Роликовый радиальный с длинными цилиндрическими роликами или иглами
5	Роликовый радиальный с витыми роликами
6	Шариковый радиально-упорный
7	Роликовый конический
8	Шариковый упорный, упорно-радиальный
9	Роликовый упорный, упорно-радиальный

Внутренние диаметры подшипников в условном обозначении обозначаются по-разному:

1. Для подшипников с отверстием диаметром до 10 мм первая цифра справа указывает фактический внутренний диаметр в миллиметрах.

Внутренние диаметры подшипников, равные 0,6; 1,5; 2,5 мм, отделяются от цифр, обозначающих серию диаметров, косой чертой.

Внутренний диаметр подшипника, выраженный дробью (кроме значений 0,6; 1,5; 2,5 мм), обозначается приближенным значением внутреннего диаметра, округленным до целой единицы. В условном обозначении таких подшипников на втором месте стоит цифра 5.

2. Для подшипников с отверстием диаметром от 10 до 20 мм приняты следующие условные обозначения (табл. 3).

Таблица 3

Условное обозначение внутренних диаметров от 10 до 20 мм

Внутренний диаметр подшипника (втулки), мм	Условное обозначение диаметра
10	00
12	01
15	02
17	03

Внутренние диаметры подшипников, не указанные в табл. 3, имеют обозначение по ближайшему указанному диаметру. В условном обозначении таких подшипников на третьем месте стоит цифра 9.

3. Для подшипников с отверстием диаметром от 20 до 495 мм внутренний диаметр обозначается частным от деления фактического диаметра на 5.

4. Внутренние диаметры подшипников, равные 22; 28; 32; 500 мм и более, обозначаются соответствующими цифрами и отделяются от цифры, обозначающей серию диаметров (третья цифра), косой чертой.

5. Внутренние диаметры подшипников, выраженные дробью или целым числом, не кратным 5, обозначаются целым приближенным частным от деления диаметра на 5. В условном обозначении таких подшипников на третьем месте стоит цифра 9.

ИНСТРУКЦИЯ ПО РЕМОНТУ БРОНЗОВЫХ И ЛАТУННЫХ ВТУЛОК

Изношенные втулки со стенками толщиной не менее 3 мм и диаметром не менее 50 мм ремонтировать следующим способом:

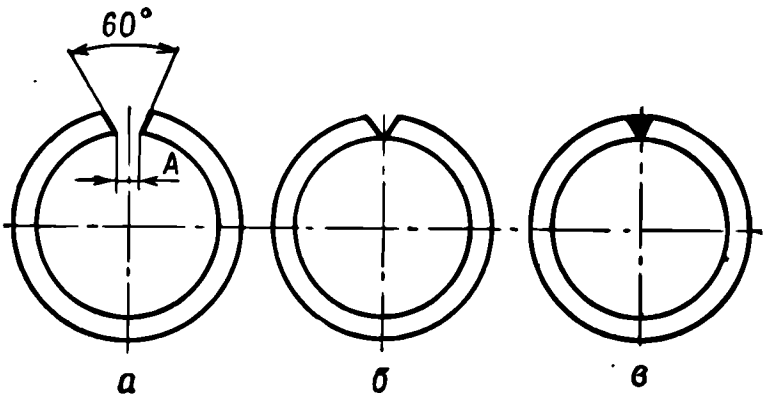


Рис. 1. Ремонт втулки:
а — втулка, подготовленная для сжатия; *б* — втулка сжата; *в* — обработанная втулка после сварки и наплавки

1. С одной стороны втулки по всей длине вырезать на фрезерном или поперечно-строгальном станке полоску (рис. 1).

Ширину полоски по внутреннему диаметру (рис. 1) определить по формуле

$$A = \pi (D - d + B),$$

где π=3,14;

D — внутренний диаметр втулки по наиболее изношенному месту;

d — диаметр шейки, сопряженной с втулкой детали;

B — принимается равным от 0,5 до 1,5 мм и более в зависимости от диаметра втулки, размера и характера ее износа.

2. Сжать втулку так, чтобы края выреза сошлись (рис. 1, *б*).

3. Заварить газовой сваркой вырез во втулке бронзой или латунью (рис. 1, *в*) и наплавить на наружную поверхность втулки слой бронзы или латуни, достаточный для обработки втулки под требуемую посадку.

4. Закрепить втулку в четырехкулачковом патроне токарного станка и выверить ее рейсмусом так, чтобы биение по внутреннему диаметру было минимальным.

Обработать внутренний диаметр втулки по сопрягаемой детали с требуемой посадкой.

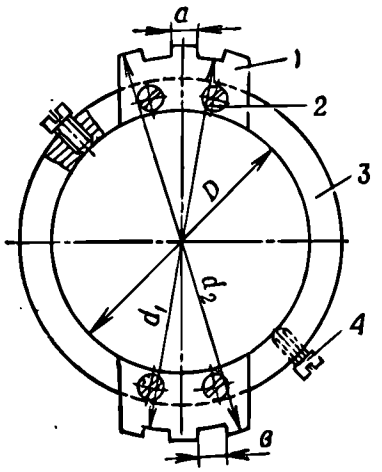
5. Закрепить втулку на оправке и обработать наружный диаметр на требуемый размер.

ИНСТРУКЦИЯ О ПОРЯДКЕ ПОЛЬЗОВАНИЯ РУЧНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЗВЕЗДКОЙ

Ручная механическая звездка предназначена для обмера внутренних диаметров глубоких гладких и нарезных отверстий (каналов стволов, цилиндров противооткатных устройств и т. п.).

Настройка и порядок измерения звездкой

1. Перед настройкой звездки для измерений ввинтить в сухарики *3* (рис. 3) штыри *2*. Размеры штырей подобрать в зависимости от измеряемого диаметра отверстия и установить их по эталону (установочному кольцу, микрометру или плоскопараллельным плиткам). Размеры эталона должны соответствовать номинальному диаметру измеряемого отверстия.



d_1 - диаметр канала ствола по полям;
d_2 - диаметр канала ствола по нарезам;
D - диаметр головки звездки;
a и $в$ - ширина нареза и поля

Рис. 1. Направляющее кольцо:
1 — гребенка; *2*, *4* — винты; *3* — кольцо

2. Нажимая на барашек *8*, утопить штыри *2* и надвинуть на них эталон.

3. Выдвигая тяги *5* и *6* за барашек *8*, сообщить рабочий ход клину *4* до упора измерительных наконечников штырей в рабочую поверхность эталона. При установке по установочному кольцу необходимо следить за тем, чтобы измерительные наконечники штырей расположились по диаметру установочного кольца.

4. Вращая барашек *11*, совместить нулевые риски ползуна *7* и нониуса *9*. Закрепить ползун *7* на винте *13* стопором *12*.

5. Установить звездку на рабочем месте на подставки, обшитые в местах соприкосновения со звездкой войлоком или кожей. При этом звездка не должна иметь прогиба.

6. Утопить штыри *2* и ввести звездку в измеряемый канал. Глубину измерения диаметра канала определять по шкале, нанесенной на корпусе *14* и на головке *15*.

Измерение канала нарезного ствола по нарезам начинать с дульной части. При измерении по нарезам штыри *2* вводить в два противоположных нареза (по вертикали или горизонтали). При измерении по полям для направления измерительных

наконечников штырей надеть на головку *15* направляющее кольцо (рис. 1). Направляющее кольцо надевать впереди штырей.

7. При определении действительного диаметра канала руководствоваться следующим:

а) при совпадении нулевых рисок нониуса *9* (рис. 3) и ползуна *7* измеряемый диаметр канала равен номинальному размеру эталона, на который установлена звездка;

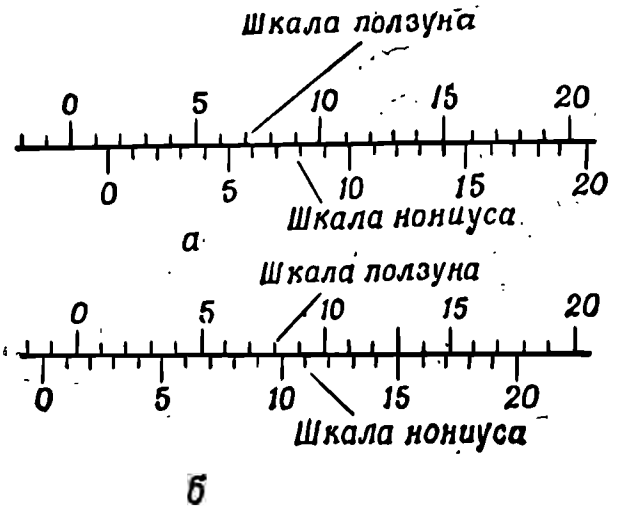


Рис. 2. Шкалы ползуна и нониуса:

а — смещение нулевой риски нониуса вправо от нулевой риски ползуна; *б* — смещение нулевой риски нониуса влево от нулевой риски ползуна

б) при смещении нулевой риски нониуса вправо от нулевой риски ползуна (рис. 2, *а*) диаметр канала больше номинального, а при смещении влево (рис. 2, *б*) — меньше номинального (для звездок тянущего типа).

При точности отсчета 0,01 мм величина отклонения H от номинального диаметра равна:

для первого случая (рис. 2, *а*):

$$H = +(0{,}2K + 0{,}01n) = +(0{,}2 \cdot 1 + 0{,}01 \cdot 14) = +0{,}34 \text{ мм};$$

для второго случая (рис. 2, *б*):

$$H = -0{,}2(K + 1) - 0{,}01n = -0{,}2(1 + 1) - 0{,}01 \cdot 15 = -0{,}25 \text{ мм},$$

где 0,2 — цена малых делений шкалы ползуна;

K — количество целых делений шкалы ползуна между нулевыми рисками ползуна и нониуса;

0,01 — точность отсчета звездки;

n — номер штриха нониуса, который совпал с каким-либо делением ползуна.

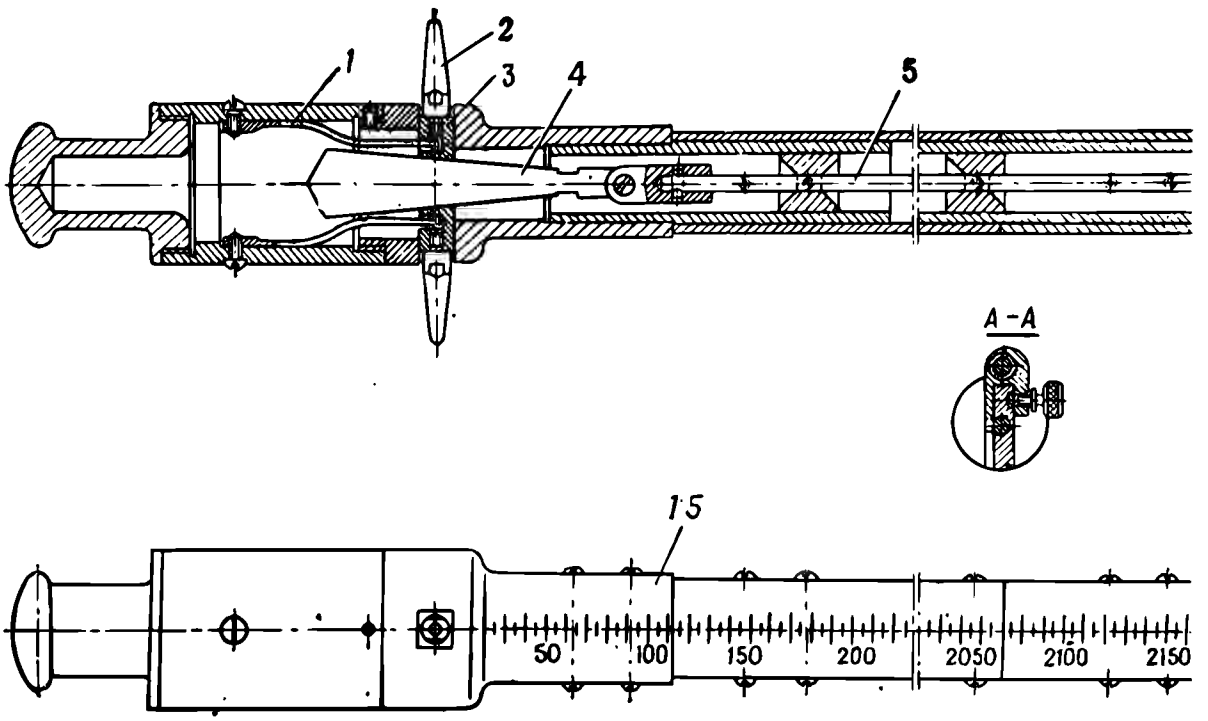
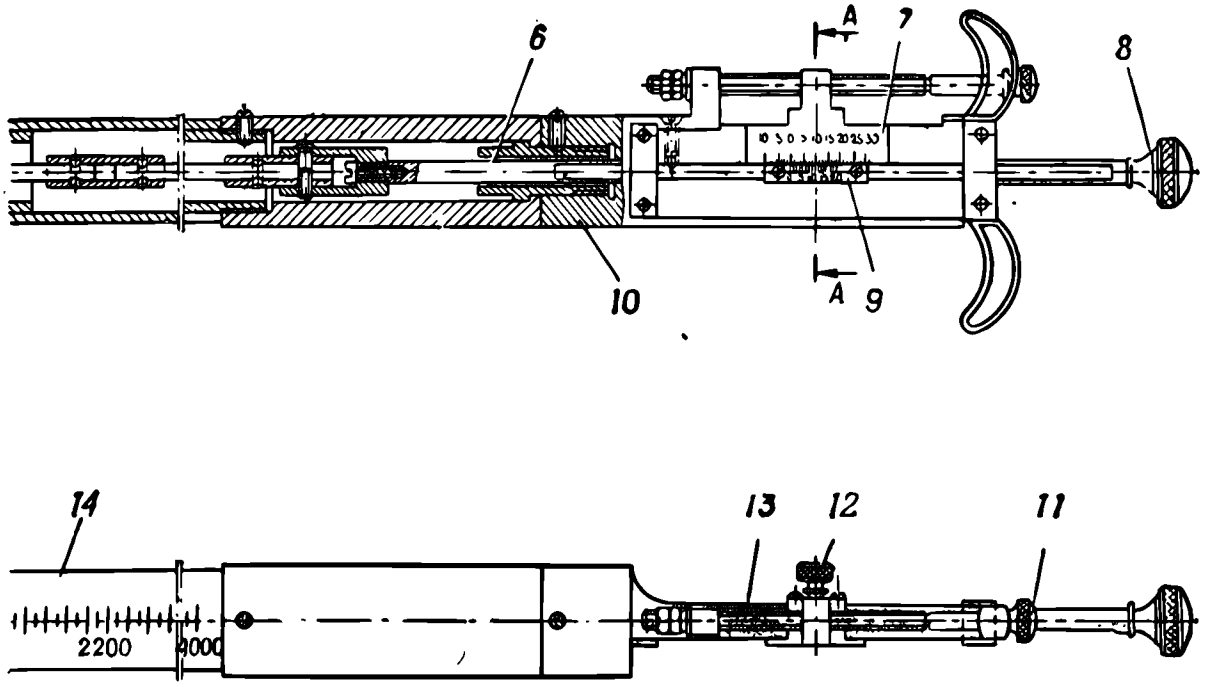


Рис. 3. Ручная меха

1 — пружина; *2* — штырь; *3* — сухарик; *4* — клин; *5*, *6* — тяги; *7* — *13* — винт; *14* — корпус;



ническая звездка:

ползун; *8, 11* — барашки; *9* — нониус; *10* — каретка; *12* — стопор; *16* — головка

РЕЗИСТОРЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ, УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Классификация, виды

Резисторы классифицируются в зависимости от типа токопроводящего слоя и функционального назначения (постоянные и переменные).

Термин «резистор» введен для обозначения сопротивления как предмета (элемента электрической цепи). Термин «сопротивление» сохраняется лишь для определенного физического свойства этого элемента.

В табл. 1 приведены классификация резисторов и их сокращенное обозначение.

Таблица 1

Классификация и сокращенные обозначения резисторов

Вид резистора (по типу токопроводящего слоя)	Сокращенное обозначение	
	Постоянные резисторы	Переменные резисторы
Углеродистые	С1	СП1
Металлопленочные и металлоокисные	С2	СП2
Пленочные композиционные	С3	СП3
Объемные композиционные	С4	СП4
Проволочные	С5	СП5

Конструктивным разновидностям резисторов присваиваются порядковые номера, которые записываются после сокращенного обозначения через дефис. Например, полное обозначение вида резистора С3-4, СП1-3 и т. п.

Резисторы, выпущенные до введения указанных выше сокращенных обозначений, имеют буквенно-цифровую систему обозначений, которая отражает их конструктивные особенности и функциональное назначение. Цифра после буквенного индекса указывает мощность рассеяния резистора в ваттах, например резистор МЛТ-1 (металлопленочный лакированный теплостойкий номинальной мощностью 1 Вт), УНУ-0,1 (углеродистый незащищенный ультравысокочастотный номинальной мощностью 0,1 Вт).

2. Маркировка резисторов

В зависимости от размеров маркируемых резисторов и вида технической документации применяются полные или сокращенные (кодированные) обозначения величин.

Таблица 2

Полные и сокращенные обозначения номинальных величин и единиц измерения сопротивлений

Полные обозначения				Сокращенные обозначения			
Единицы измерения	Обозначения единиц измерения	Пределы номинальных сопротивлений (по ГОСТ 2825—67 и ГОСТ 10318—62)	Примеры обозначений	Примеры обозначений	Пределы номинальных сопротивлений	Обозначения единиц измерения	Единицы измерения
Омы	Ом	До 910	0,47 Ом	Е47	До 91	*Е*	Омы
			4,7 Ом	4Е7			
			47 Ом	47Е			
			470 Ом	К47	От 0,1 до 91	*К*	Килоомы
Килоомы	кОм	От 1,0 до 910	4,7 кОм	4К7			
			47 кОм	47К			
			470 кОм	М47	От 0,1 до 91	*М*	Мегаомы
Мегаомы	МОм	От 1,0 до 910	4,7 МОм	4М7			
			47 МОм	47М			
			470 МОм	Г47	От 0,1 до 91	*Г*	Гигаомы
Гигаомы	ГОм	От 1,0	4,7 ГОм	4Г7			
			47 ГОм	47Г			
			470 ГОм	Т47	От 0,1 до 91	*Т*	Тераомы
Тераомы	ТОм		1,0 ТОм	1Т0			

Для резисторов в нормальном (не малогабаритном) исполнении установлена полная цифровая маркировка, обозначающая номинальную мощность (часто не указывается), номинальную величину сопротивления и допускаемое отклонение, дату изготовления, иногда предельное напряжение.

При недостатке места обозначают только номинальную величину сопротивления и допускаемое отклонение. При этом обозначают сокращенно: омы — знаком Ω или Ом; килоомы — *К*, кΩ или кОм; мегаомы (10^6 Ом) — *М* или МОм; гигаомы (10^9 Ом) — *Г* или ГОм; тераомы (10^{12} Ом) — *Т* или ТОм.

Для упрощения обозначений Ом часто опускается (не обозначается).

Сокращенные (кодированные) обозначения, предназначенные для малогабаритных резисторов и малоформатных многоэлементных схем, состоят из слитно расположенных:

цифр, указывающих номинальную величину сопротивления;

буквы, обозначающей единицу измерения сопротивления и одновременно указывающей положение запятой десятичной дроби;

буквы, обозначающей допускаемое отклонение величины сопротивления от номинальной.

Полные и сокращенные обозначения номинальных величин и единиц измерения сопротивления указаны в табл. 2.

Кодированные обозначения допускаемых отклонений от номинальной величины сопротивления указаны в табл. 3.

Таблица 3

Кодированные обозначения допускаемых отклонений от номинальных величин сопротивления или емкости (по ГОСТ 11076—69)

Допускаемые отклонения от номинальных величин		Кодированные обозначения	Допускаемые отклонения от номинальных величин		Кодированные обозначения
Сопротивления или емкости, %	±0,1	Ж	Сопротивления или емкости, %	+30 +50	Ф
	±0,2	У		−10 +50	Э
	±0,5	Д		−20	Б
	±1	Р		+80 −20	А
	±2	Л		+100	Я
	±5	И		+100	Ю
	±10	С		−40	
	±20	В	Емкости, пФ	±0,4	Х

Например, кодированное обозначение резистора сопротивлением 470 Ом и допускаемым отклонением ±5% записывается К47И.

3. Примеры условных обозначений резисторов

В эксплуатационной и ремонтной документации резисторы записаны в виде условных обозначений. В общем случае указывается вид резистора, номинальная величина сопротивления, допускаемое отклонение от номинального сопротивления.

Для каждого резистора в отдельности указываются также характеристики, присущие только данному виду (группа жесткости условий эксплуатации, группа ЭДС шумов, особенности исполнения, мощность рассеяния, функциональная характеристика, условное обозначение формы конца оси).

Ниже даны пояснения и примеры условных обозначений основных видов резисторов.

Постоянные резисторы

Условное обозначение резистора БЛП. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), группа по ТКС (группа Б не указывается).

Пример.

Резистор БЛП-0,5—27,7 кОм±1%-А.

Условное обозначение резисторов ВС, ВСЕ, С1-4. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), группа по уровню шумов, буква Т (для резисторов тропического исполнения).

Примеры:

Резистор ВС—0,25—220 кОм±10%-А-Т.

Резистор ВСЕ—0,25—51 кОм±5%.

Резистор С1-4—0,125—1,1 МОм±5%-Б-Т.

Условное обозначение резисторов МГП, МУН, МЛТ, ОМЛТ, МТ. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальная величина сопротивления: до 910 Ом — в омах (обозначение Ом), от 1000 до 910 000 Ом — в килоомах (обозначение кОм), от 1 000 000 Ом — в мегаомах (обозначение МОм), допускаемое отклонение величины сопротивления от номинальной, группа по ЭДС шумов (указывается только для резисторов МЛТ, ОМЛТ и МТ с ЭДС шумов 1 мкВ — обозначение А); класс по ТКЕ (указывается только для МГП — обозначение Б).

Примеры:

Резистор МТ — 0,25-470 кОм±5%-А.

Резистор МЛТ — 0,25-470 кОм±5%.

Условное обозначение резисторов МТЕ, ОМЛТЕ. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление: до 910 Ом — в омах (Ом не указывается), от 1000 до 910 000 Ом — в килоомах (указывается буква К), от 1 000 000 Ом — в мегаомах (указывается буква М), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), группа по уровню шумов (указывается только для группы А).

Примеры:

Резистор МТЕ — 1—910 К±5%-А.

Резистор ОМЛТЕ — 0,5—910 К±5%-А.

Условное обозначение резистора МОН. После слова «резистор» указывается вид резистора, вариант исполнения (только для вариантов *б* и *в*), номинальное сопротивление (Ом), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Пример.

Резистор МОН-1б—75 Ом±5%.

Условное обозначение резистора МОУ. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальная мощность рассеяния (Вт), группа по длине проводящего слоя (А или Б), номинальное сопротивление (Ом), класс ТКС (для МОУ—5—200 Вт).

Пример.

Резистор МОУ—25 Вт—А—50 Ом с отводом 10—1.

Условное обозначение резисторов КВМ, КИМ, КЛМ, С4-1, С2-27. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм, ГОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Примеры:

Резистор КВМ—120 ГОм±10%.

Резистор С4-1—0,5—30 Ом±10%.

Резистор С2-27—2—200 Ом±1%.

Условное обозначение резистора С2-31. После слова «резистор» указывается вид резистора, полное обозначение номинального сопротивления, допускаемое отклонение от номинального сопротивления, группа по ТКС.

Пример.

Резистор С2-31—2,2 кОм±1%.

Условное обозначение резистора С3-5. После слова «резистор» указывается вид резистора, вариант исполнения, предельное напряжение (кВ), номинальное сопротивление (ГОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Пример.

Резистор С3-5а—5 кВ — 1,5 ГОм±20%.

Условное обозначение резисторов ТВО, УВ1, УВ2, УЛД. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Примеры:

Резистор ТВО—0,125—30 Ом±10%.

Резистор УВ2—20—100 Ом±10%.

Резистор УЛД—1—56 Ом±0,5%.

Условное обозначение резистора УЛИ. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление: до 999,9 Ом — в омах, от 1 до 999,9 кОм — в килоомах (указывается кОм); 1 МОм — в мегаомах (указывается МОм) — и допускаемое отклонение сопротивления от номинального (%).

Пример.

Резистор УЛИ—0,5—976 Ом±3%.

Условное обозначение резисторов УНУ, УНУ-III. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление в омах и сопротивление отвода для резисторов с отводом.

Пример.

Резистор УНУ—5—75 Ом=14,3.

Условное обозначение резисторов ПКВ, ПКВ-Т. После слова «резистор» указывается вид резистора, группа условий эксплуатации (указывается только II группа), номинальное сопротивление: до 910 Ом — в омах (Ом не указывается), от 1 до 910 кОм — в килоомах (указывается К), 1 МОм — в мегаомах (указывается М), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Примеры:

Резистор ПКВ—2—240 К±1%.

Резистор ПКВ-Т—2—II—240 К±1%.

Условное обозначение резисторов ПЭВТ, ПТМН. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм) и допускаемое отклонение (%).

Примеры:

Резистор ПЭВТ—25—1,3 кОм±5%.

Резистор ПТМН—1—100 кОм±0,25%.

Условное обозначение резистора С5-23. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление, допускаемое напряжение.

Пример.

С5-23—200—2,5.

Условное обозначение резисторов ПЭ, ПЭВ, ПЭВР. После слова «резистор» указывается группа резистора в зависимости от условий эксплуатации (указывается только I группа), вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм) и допускаемое отклонение (%).

Пример.

Резистор I ПЭВР—30—360 Ом 10%.

Условное обозначение резистора ОПЭВЕ. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление: от 4,3 до 910 Ом — в омах (Ом не указывается), от 1000 до 43 000 Ом — в килоомах (указывается *К*) и допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Пример.
Резистор ОПЭВЕ—40—13К±5%.

Переменные резисторы

Условное обозначение резисторов (кроме СП-V). После слова «резистор» указывается обозначение группы (кроме группы III), вид резистора, номинальная мощность рассеяния, номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), функциональная характеристика изменения сопротивления, обозначение вида вала и длины выступающей части вала (только для резисторов СП-I, СП-III).

В условных обозначениях сдвоенных резисторов номинальные мощности рассеяния, функциональные характеристики, номинальные сопротивления и допускаемые отклонения указывают в виде дроби: в числителе — для второго и в знаменателе — для первого резистора (считая со стороны вала).

Пример обозначения одинарного резистора.
Резистор I СП-I—1—680 Ом±10%—А—ВС—12.
Пример обозначения сдвоенного резистора.
Резистор II СП-IV $\frac{0{,}25—100\ \text{кОм}\pm20\%—\text{В}}{0{,}5—47\ \text{кОм}\pm20\%—\text{Б}}$.

Условное обозначение резистора СПО. После слова «резистор» указывается вид резистора, группа проверки электрической плавности (указывается только I группа), группа ЭДС шумов (указывается только Б), номинальная величина сопротивления (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение величины сопротивления от номинальной, обозначение формы конца оси, длина *L* в мм.

Пример.
Резистор СПО-0,5—I—Б—3,3 МОм±30%—ОС—3—25.

Условное обозначение резистора СПЕ. После слова «резистор» указывается вид резистора, обозначение формы конца оси с длиной *L* в мм (для СПЕ-I и СПЕ-III), обозначение кривой регулирования (*А*, *Б* или *В*), номинальная величина мощности рассеяния (Вт), номинальная величина сопротивления: до 680 Ом — в омах (Ом не указывается), от 1 кОм до 680 кОм — в килоомах (указывается *К*), от 1 МОм и более — в мегаомах (указывается *М*), допускаемое отклонение величины сопротивления от номинальной (указывается только для резисторов до 220 кОм с допускаемым отклонением ±10% и для резисторов более 220 кОм с допускаемым отклонением ±20%).

Пример условного обозначения одинарного резистора.
Резистор СПЕ-I—ОС—3 20А 2 Вт 470.

У сдвоенного резистора СПЕ обозначения кривой регулирования, мощность рассеяния, номинальная величина сопротивления и допускаемое отклонение величины сопротивления записываются в виде дроби. В знаменателе дроби указываются данные резистора, расположенного у выступающей части оси.

Пример условного обозначения сдвоенного резистора.

Резистор СПЕ-IV $\frac{\text{В } 0{,}5 \text{ Вт } 100 \text{ К } 10\%}{\text{Б } 1 \text{ Вт } 10 \text{ К } 10\%}$.

Условное обозначение резистора СПОС. После слова «резистор» указывается вид резистора, группа проверки электрической плавности (указывается только I группа), номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение величины сопротивления от номинальной (%) и длина оси *L* в мм.

Пример.

Резистор СПОС-I—1—1 МОм±20%—16.

Условное обозначение резистора СПОЕ. После слова «резистор» указывается вид резистора, длина оси в мм, номинальное сопротивление: до 680 Ом — в омах (Ом не указывается), от 1 до 680 кОм — в килоомах (указывается *К*), от 1 МОм и более — в мегаомах (указывается *М*), допускаемое отклонение величины сопротивления от номинальной в % (указывается только для резисторов до 220 кОм с допускаемым отклонением ±10% и для резисторов более 220 кОм с допускаемым отклонением ±20%).

Пример.

Резистор СПОЕ-1—20—470 *К*.

Условное обозначение резисторов СП3-6, СП3-6а, СП3-6б. После слова «резистор» указывается вид резистора, длина выступающей части оси *L* в мм (для СП3-6), номинальное сопротивление (кОм, МОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), номер кривой (1 или 2).

Пример.

Резистор СП3-6—8—10 кОм—10% кривая 1.

Условное обозначение резистора СП3-9. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), обозначение функциональной характеристики, обозначение конца оси (только для СП3-9г—0,5), длина выступающей части оси.

Пример.

Резистор СП3-9а—1—470 кОм±20%—Б—16.

Условное обозначение резистора СП3-22. После слова «резистор» указывается вид резистора и номинальное сопротивление.

Пример.

Резистор СП3-22а—470 Ом.

Условное обозначение резистора СП3-25. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивле-

ние, функциональная характеристика изменения сопротивления, обозначения видов концов валов (указывают только для 1-го варианта), обозначение исполнения В для резисторов всеклиматического исполнения.

Номинальные сопротивления и функциональные характеристики указывают в виде дроби: в числителе — для второго и в знаменателе — для первого резисторов, считая со стороны вала.

Пример.

Резистор СП3-25 $\frac{680\ \text{Ом} - \text{А}}{6{,}8\ \text{кОм} - \text{В}}$ — В.

Условное обозначение резистора СП4-1. После слова «резистор» указывается вид резистора, вариант конструкции (кроме СП4-3), номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), обозначение функциональной характеристики, обозначение вида оси (для СП4-2а, СП4-2Ма), длина выступающей части оси (для СП4-1а, СП4-2а, СП4-2Ма).

Пример.

Резистор СП4-2а—470 кОм А—ОС—3—60.

Условное обозначение резистора СПОСЕ. После слова «резистор» указывается вид исполнения, вид резистора, группа плавности (указывается только группа I), номинальное сопротивление (Ом, кОм, МОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%), длина оси *L* (мм).

Пример.

Резистор Б-СПОСЕ—0,5—1—470 кОм ± 20% —20.

Условное обозначение резисторов СП5-1, СП5-4. После слова «резистор» указывается вид резистора, вариант исполнения, номинальное сопротивление (Ом, кОм).

Пример.

Резистор СП5-1А—470 Ом.

Условное обозначение резисторов СП5-2, СП5-3. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление: до 1 кОм — в омах (Ом не указывается), до 47 кОм — в килоомах (указывается *К*) и допускаемая величина отклонения сопротивления от номинального (%).

Пример.

Резистор СП5-3 680 5%.

Условное обозначение резисторов СП5-11, СП5-14, СП5-15. После слов «резистор переменный» указывается вид резистора и номинальная величина сопротивления (Ом, кОм).

Пример.

Резистор переменный СП5-14 47 Ом.

Условное обозначение резистора СП5-16Т. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальная мощность рассеяния (Вт), номинальное сопротивление (Ом, кОм), допустимое отклонение от номинального сопротивления (%).

Пример.

Резистор СП5-16ТБ—0,5 Вт—47 Ом ± 5%.

Условное обозначение резисторов ППБ, ППБЕ. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальная мощность рассеяния, вариант конца оси, номинальное сопротивление (Ом, кОм), допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Пример. Резистор ППБ—15Г—10 Ом±10%.

Условное обозначение резистора ППЗ—40—47. После слова «резистор» указывается вид резистора, номинальное сопротивление, допускаемое отклонение от номинального сопротивления (%).

Пример условного обозначения одинарного резистора.

Резистор ППЗ—41—47 Ом 10%.

У сдвоенных резисторов номинальное сопротивление и допускаемое отклонение записываются в виде дроби. В знаменателе записываются данные резистора, расположенного у выступающей части оси.

Пример условного обозначения сдвоенного резистора.

Резистор ППЗ—44 $\frac{10\text{ кОм }10\%}{680\text{ Ом }10\%}$.

4. Ряды номинальных сопротивлений резисторов

Величины номинальных сопротивлений постоянных резисторов с допускаемыми отклонениями ±5; ±10 и ±20% соответствуют числам, приведенным в табл. 4, и числам, полученным путем умножения этих чисел на 10^n, где n — целое положительное или отрицательное число.

Таблица 4

Ряды номинальных сопротивлеиий постоянных резисторов с допускаемыми отклонениями ±5; ±10 и ±20% (по ГОСТ 2825—67)

Обозначение рядов					
E24 (допускаемое отклонение ±5%)	E12 (допускаемое отклоиение ±10%)	E6 (допускаемое отклонение ±20%)	E24 (допускаемое отклонение ±5%)	E12 (допускаемое отклонение ±10%)	E6 (допускаемое отклоиение ±20%)
1,0	1,0	1,0	3,3	3,3	3,3
1,1			3,6		
1,2	1,2		3,9	3,9	
1,3			4,3		
1,5	1,5	1,5	4,7	4,7	4,7
1,6			5,1		
1,8	1,8		5,6	5,6	
2,0			6,2		
2,2	2,2	2,2	6,8	6,8	6,8
2,4			7,5		
2,7	2,7		8,2	8,2	
3,0			9,1		

Ряды номинальных сопротивлений постоянных резисторов с допускаемыми отклонениями менее ±5% (по ГОСТ 2825—67)

Обозначение рядов														
E192	E96	E48	E192	E96	E48	E192	E96	E48	E192	E96	E48	E192	E96	E48
100	100	100	160			255	255		407			649	649	649
101			162	162	162	258			412	412		657		
102	102		164			261	261	261	417			665	665	
104			165	165		264			422	422	422	673		
105	105	105	167			267	267		427			681	681	681
106			169	169	169	271			432	432		690		
107	107		172			274	274	274	437			698	698	
109			174	174		277			442	442	442	706		
110	110	110	176			280	280		448			715	715	715
111			178	178	178	284			453	453		723		
113	113		180			287	287	287	459			732	732	
114			182	182		291			464	464	464	741		
115	115	115	184			294	294		470			750	750	750
117			187	187	187	298			475	475		759		
118	118		189			301	301	301	481			768	768	
120			191	191		305			487	487	487	777		
121	121	121	193			309	309		493			787	787	787
123			196	196	196	312			499	499		796		
124	124		198			316	316	316	505			806	806	
126			200	200		320			511	511	511	816		
127	127	127	203			324	324		517			825	825	825
129			205	205	205	328			523	523		835		
130	130		208			332	332	332	530			845	845	
132			210	210		336			536	536	536	856		
133	133	133	213			340	340		542			866	866	866
135			215	215	215	344			549	549		876		
137	137		218			348	348	348	556			887	887	
138			221	221		352			562	562	562	898		
140	140	140	223			357	357		569			909	909	909
142			226	226	226	361			576	576		920		
143	143		229			365	365	365	583			931	931	
145			232	232		370			590	590	590	942		
147	147	147	234			374	374		597			953	953	953
149			237	237	237	379			604	604		965		
150	150		240			383	383	383	612			976	976	
152			243	243		388			619	619	619	988		
154	154	154	246			392	392		626					
156			249	249	249	397			634	634				
158	158		252			402	402	402	642					

Величины номинальных сопротивлений постоянных резисторов с допускаемыми отклонениями менее 5%, (0,5, 1 и 2%) соответствуют числам, приведенным в табл. 5, и числам, полученным путем умножения этих чисел на 10^n, где n — целое положительное или отрицательное число.

Величины номинальных сопротивлений резисторов вида БЛП приведены в табл. 6.

Таблица 6

Ряд номинальных сопротивлений резисторов вида БЛП (единицы, десятки, сотни Ом и кОм)

1	2	3	4	5	6	7	8
1,00	1,33	1,78	2,37	3,16	4,22	5,62	7,50
1,01	1,35	1,80	2,40	3,20	4,27	5,69	7,59
1,02	1,37	1,82	2,43	3,24	4,32	5,76	7,68
1,04	1,38	1,84	2,46	3,28	4,37	5,83	7,77
1,05	1,40	1,87	2,49	3,32	4,42	5,90	7,87
1,06	1,42	1,89	2,52	3,36	4,48	5,97	7,96
1,07	1,43	1,91	2,55	3,40	4,53	6,04	8,06
1,09	1,45	1,93	2,58	3,44	4,59	6,12	8,16
1,10	1,47	1,96	2,61	3,48	4,64	6,19	8,25
1,11	1,49	1,98	2,64	3,52	4,70	6,26	8,35
1,13	1,50	2,00	2,67	3,57	4,75	6,34	8,45
1,14	1,52	2,03	2,71	3,61	4,81	6,42	8,56
1,15	1,54	2,05	2,74	3,65	4,87	6,49	8,66
1,17	1,56	2,08	2,77	3,70	4,93	6,57	8,76
1,18	1,58	2,10	2,80	3,74	4,99	6,65	8,87
1,20	1,60	2,13	2,84	3,79	5,05	6,73	8,98
1,21	1,62	2,15	2,87	3,83	5,11	6,81	9,09
1,23	1,64	2,18	2,91	3,88	5,17	6,90	9,20
1,24	1,65	2,21	2,94	3,92	5,23	6,98	9,31
1,26	1,67	2,23	2,98	3,97	5,30	7,06	9,42
1,27	1,69	2,26	3,01	4,02	5,36	7,15	9,53
1,29	1,72	2,29	3,05	4,07	5,42	7,23	9,65
1,30	1,74	2,32	3,09	4,12	5,49	7,32	9,76
1,32	1,76	2,34	3,12	4,17	5,56	7,41	9,88
							10,00

5. Конструктивное выполнение и условное обозначение вида конца вала переменных резисторов

Конструктивное выполнение (форма и основные размеры) конца вала переменных резисторов вида СП, СПО, СПЕ и РП-25 приведено на рис. 1 и 2, переменных резисторов вида ППБ и ППБЕ — на рис. 3 и 4, переменных резисторов вида СП5-1, СП5-4 — на рис. 5.

Условное обозначение формы конца осей и длина осей переменных резисторов приведены в табл. 7.

Таблица 7

Условное обозначение вида конца вала и длина выступающей части вала

Вид резистора	Вид конца вала	Длина выступающей части L, мм
СП-I, СП-II, СП-III, СП-IV, СП-V	ОС-3 (рис. 1) ОС-5 (рис. 2)	12, 16, 20, 60 20, 32, 60
СПЕ-I, СПЕ-III	ОС-3 ОС-5	12, 20, 60 20, 32, 60
СПО-0,15	ОС-3	8, 12
СПО-0,5	ОС-3	12, 20, 25
СПО-1, СПО-2	ОС-3	12, 20, 60
СПО-1	ОС-5	20, 25
СПО-2	ОС-5	20, 60
СПОЕ-0,5; СПОЕ-1	—	16, 20
СПОЕ-2	—	16, 25
СПОС-0,15; СПОСЕ-0,15	—	12, 16
СПОС-0,5; СПОСЕ-0,5	—	16, 20, 25
СПОС-1, СПОСЕ-1	—	16, 20
СПОС-2, СПОСЕ-2	—	16, 25
СП3-6	—	6,3; 8
СП3-9а	—	10, 12, 16, 20, 25
СП3-9б	—	16, 20, 25
СП4-1а	—	12, 16, 20, 25
СП4-2а	ОС-3 ОС-5	12, 20, 60 20, 32, 60
ППБ-1, ППБ-2, ППБ-3, ППБЕ-3	А, Б, В (рис. 3)	—
ПП-15, ППБ-25, ППБ-50; ППБЕ-15, ППБЕ-25, ППБЕ-50	Г, Д, Е (рис. 4)	—
РП-25	Ш (рис. 1) Л (рис. 2)	
СП5-1, СП5-4	А, Б (рис. 5)	

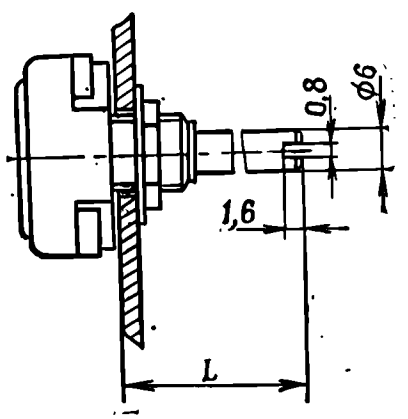


Рис. 1. Конструкция оси со шлицем (ОС-3, Ш)

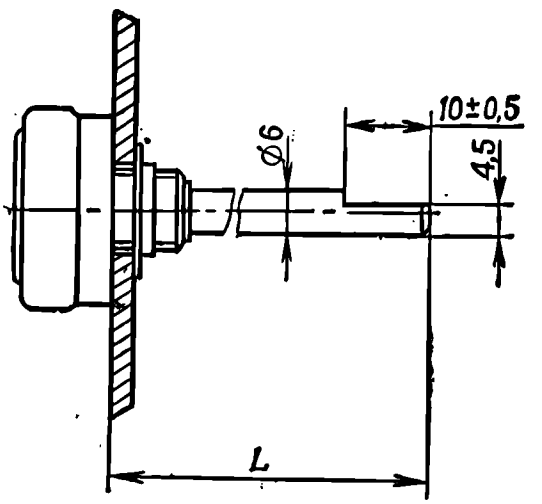


Рис. 2. Конструкция оси с лыской (ОС-5, Л)

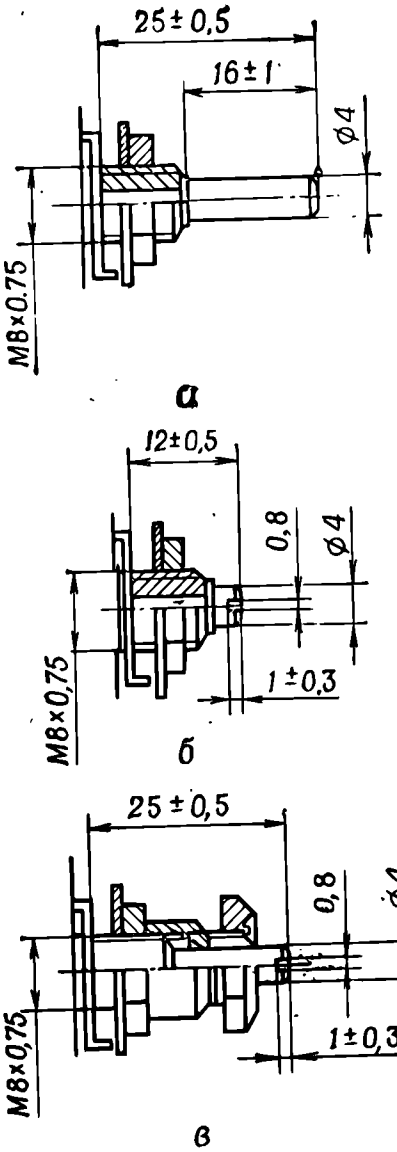


Рис. 3. Коиструкция осей переменных резисторов ППБ-1, ППБ-2, ППБ-3 и ППБЕ-3:
а — вариант А; *б* — вариант Б; *в* — вариант В

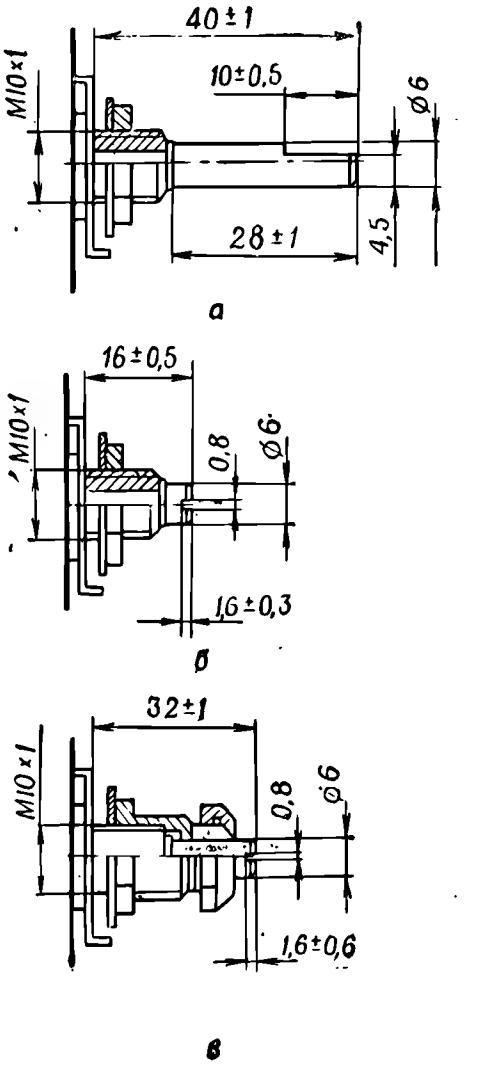


Рис. 4. Конструкция осей переменных резисторов ППБ-15, ППБ-25, ППБ-50, ППБЕ-15, ППБЕ-25 и ППБЕ-50:
а — вариант Г; *б* — вариант Д; *в* — вариант Е

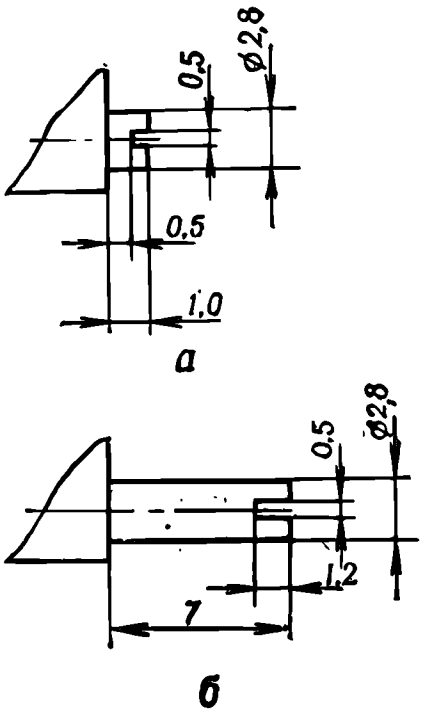


Рис. 5. Конструкция осей переменных резисторов СП5-1, СП5-4:
а — вариант А; *б* — вариант Б

КОНДЕНСАТОРЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ, УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Классификация, виды

Конденсаторы, применяемые в аппаратуре, разделяются на конденсаторы постоянной емкости, переменной емкости и подстроечные конденсаторы.

Конденсаторы постоянной емкости классифицируются в зависимости от вида диэлектрика.

Сокращенное обозначение вида конденсатора (для конденсаторов постоянной емкости, разработанных или модернизируемых с 1961 г.) состоит из условного индекса (К), условного обозначения диэлектрика (двузначного числа) и порядкового номера исполнения конденсатора, который отделяется от остальных индексов дефисом.

Например, конденсатор керамический на напряжение ниже 1600 В седьмой разработки обозначается К10-7.

В табл. 1 приведены классификация конденсаторов по виду диэлектрика, их условное обозначение, отличительные характеристики и основные области применения.

Сокращенное обозначение вида конденсаторов постоянной емкости, разработанных до 1961 г., состоит из буквенного индекса (обычно от двух до четырех букв) — начальных букв полного наименования конденсатора и цифрового индекса, который отражает конструктивные, электрические и другие особенности конкретного конденсатора и отделяется от буквенного индекса дефисом. Цифровой индекс может отсутствовать. Примеры обозначения видов:

КГК-4 — конденсатор герметизированный керамический;

КДУ — конденсатор керамический дисковый ультравысокочастотный (цифровой индекс отсутствует);

КСО-2 — конденсатор слюдяной опрессованный;

БМ-2, БМТ-2 — конденсатор бумажный малогабаритный и конденсатор бумажный малогабаритный теплостойкий;

ПО — конденсатор пленочный полистирольный открытый;

ПОВ — конденсатор пленочный полистирольный открытый высоковольтный;

КБГ-МП — конденсатор бумажный герметизированный в металлическом плоском корпусе.

Конденсаторы постоянной емкости в зависимости от допускаемого отклонения фактической емкости от номинальной подразделяются на классы (табл. 2).

Таблица 1

Классификация конденсаторов постоянной емкости

Тип конденсатора по виду диэлектрика	Сокращенное обозначение	Основные особенности	Основные области применения
Керамические на номинальные напряжения ниже 1600 В	К10	Для высокочастотных конденсаторов: малые потери, большой выбор значений ТКЕ	Для высокочастотных конденсаторов: термокомпенсация, емкостная связь, фиксированная настройка контуров на высокой частоте
		Для низкочастотных конденсаторов: большая удельная емкость, резкая зависимость емкости от температуры	Для низкочастотных конденсаторов: шунтирующие, блокирующие и фильтровые цепи, связь между каскадами на низкой частоте
Керамические на номинальные напряжения 1600 В и выше	К15	Относительно большие реактивные мощности, большой выбор значений ТКЕ	Емкостная связь, фиксированная настройка мощных высокочастотных контуров, импульсная техника
Стеклянные Стеклокерамические Стеклоэмалевые	К21 К22 К23	Малые потери, высокая стабильность емкости во времени для высокочастотных конденсаторов	Блокировка, фиксированная настройка высокочастотных контуров, емкостная связь, шунтирующие цепи
Слюдяные малой мощности Слюдяные большой мощности	К31 К32	Малые потери, низкая удельная емкость, малое изменение емкости от температуры и во времени	Блокировочные и шунтирующие, высокочастотные фильтровые цепи, емкостная связь, фиксированная настройка контуров в цепях линий задержки
Бумажные на номинальные напряжения ниже 1600 В с фольговыми обкладками	К40	Относительно малые потери, высокая удельная емкость, значительная индуктивность	Блокировочные, буферные, шунтирующие, фильтровые цепи, емкостная связь
Бумажные на номинальное напряжение 1600 В и выше с фольговыми обкладками	К41		
Бумажные с металлизированными обкладками (металлобумажные)	К42	Большая, чем у бумажных, удельная емкость, способность самовосстанавливаться при пробое	Цепи развязок и фильтры, для емкостной связи не применяются
Электролитические алюминиевые	К50	Очень большая удельная емкость, большие потери, значительные токи утечки	Шунтирующие и фильтровые цепи, накопление энергии в импульсных устройствах

Продолжение

Тип конденсатора по виду диэлектрика	Сокращенное обозначение	Основные особенности	Основные области применения
Электролитические танталовые фольговые Электролитические танталовые объемно-пористые Оксиднополупроводниковые	К51 К52 К53	По сравнению с электролитическими алюминиевыми: большая удельная емкость, меньшие потери и токи утечки, увеличенный срок хранения, более широкий интервал рабочих температур, лучшие температурно-частотные характеристики	Применяются в тех же цепях, что и электролитические алюминиевые, в основном в транзисторной аппаратуре с повышенными требованиями к параметрам конденсаторов
Воздушные Вакуумные	К60 К61	Очень малые потери, очень малая удельная емкость, очень малое изменение емкости во времени	Образцовые эталоны емкости, высоковольтные блокировочные, развязывающие, контурные конденсаторы
Полистирольные с фольговыми обкладками Полистирольные с металлизированными обкладками	К70 К71	Очень высокое сопротивление изоляции, низкая абсорбция	Точные временные цепи, интегрирующие устройства, настроенные контуры высокой добротности, образцовые емкости
Фторопластовые (ФТ)	К72	Высокая рабочая температура (до 200°С), очень высокое сопротивление изоляции, низкая абсорбция, очень малые потери и малое изменение емкости от температуры	В тех же цепях, что и полистирольные, при повышенных температурах и жестких требованиях к электрическим параметрам, в дозиметрических устройствах
Полиэтилентерефталатные с металлизированными обкладками. Полиэтилентерефталатные с фольговыми обкладками	К73 К74	Малая абсорбция, электрические характеристики несколько лучше, чем у бумажных конденсаторов	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы, при повышенных требованиях к электрическим параметрам
Комбинированные	К75	Повышенная электрическая прочность и высокая надежность	В тех же цепях, что и бумажные конденсаторы, при повышенных требованиях к надежности
Лакопленочные	К76	Высокая удельная емкость (выше, чем у металлобумажных конденсаторов), малые габаритные размеры, ток утечки меньше, чем у электрических конденсаторов	Частично могут заменять электролитические конденсаторы (особенно при повышенных значениях переменной составляющей). Применяются в тех же цепях, что и бумажные электролитические конденсаторы

Таблица 2

Классы точности конденсаторов постоянной емкости

Класс	01	02	05	00	I	II
Допуск, %	±0,1	±0,2	±0,5	±2	±5	±10
Класс	III	IV	V	VI	VII	—
Допуск, %	±20	+30÷—20	+50÷—20	+80÷—20	+100÷—10	—

2. Маркировка конденсаторов

В зависимости от размеров маркируемых конденсаторов и вида технической документации применяются полные и сокращенные обозначения.

На конденсаторах, имеющих достаточно большие габариты, маркировка включает в себя вид, рабочее напряжение, номинальную емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение от номинальной емкости (%) и дату изготовления конденсатора.

На слюдяных, стеклоэмалевых и стеклокерамических конденсаторах, кроме того, ставится буква, указывающая, к какой группе по температурному коэффициенту емкости (ТКЕ) относится данный конденсатор. Группа ТКЕ для керамических и части стеклокерамических конденсаторов обозначается цветным кодом (цвет покрытия корпуса конденсатора, цвет маркировочного знака на корпусе).

Сокращенные (кодированные) обозначения предназначены для малогабаритных конденсаторов, малоформатных многоэлементных схем и состоят из слитно расположенных:

цифр, указывающих номинальную величину емкости;

буквы, обозначающей единицу измерения емкости и одновременно указывающей положение запятой десятичной дроби;

буквы, обозначающей допускаемое отклонение емкости от номинальной величины.

В табл. 3 приведены полные и сокращенные обозначения номинальных величин и единиц измерения емкости.

Кодированные обозначения допускаемых отклонений емкости указаны в табл. 3 приложения.

Таблица 3

Полные и сокращенные обозначения номинальных величин и единиц измерения емкости

Полные обозначения				Сокращенные обозначения			
Единицы измерения	Обозначения единиц измерения	Пределы номинальных емкостей (по ГОСТ 2519—67)	Примеры обозначений	Примеры обозначений	Пределы номинальных емкостей	Обозначения единиц измерения	Единицы измерения
Пикофарады	пФ	До 9100	1,5 пФ	1П5		П	Пикофарады
			15 пФ	15П	До 91		
			150 пФ	Н15	От 0,1	Н	Нанофарады
			1500 пФ	1Н5	до 91		
			0,015 мкФ	15Н			
Микрофарады	мкФ	От 0,010 и выше	0,15 мкФ	М15	От 0,1	М	Микрофарады
			15 мкФ	15М	и выше		
			100 мкФ	100М			

3. Примеры условных обозначений конденсаторов

В эксплуатационной и ремонтной документации конденсаторы записаны в виде обозначений.

В общем случае указывается вид конденсатора, номинальное напряжение, группа температурного коэффициента емкости (ТКЕ), номинальная емкость, допускаемое отклонение емкости от номинальной или класс точности, номер ТУ или ГОСТ.

Для каждого конденсатора в отдельности указываются также характеристики, присущие только данному виду (вариант исполнения выводов, вариант конструкции, высота корпуса, число изолированных выводов и т. п.).

Ниже даны пояснения и примеры условных обозначений основных видов конденсаторов.

Керамические конденсаторы

Условное обозначение конденсаторов КГК, КЛГ, КЛС, КД-2Е, КТНБ, К10-7, К10-33. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%), слово «немерцающий» (для конденсаторов КГК).

Примеры:

Конденсатор КГК-2—М47—62 пФ±10%.

Конденсатор КГК-1—М700—100 пФ±20% немерцающий.

Конденсатор КЛС-2—М47—20 пФ±20%.

Конденсатор КТНБ—П120—390±1%.

Конденсатор К10-33—МПО—150 пФ±10%.

Условное обозначение конденсаторов КЛС-Е, КТП-Е. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, категория надежности (только для 0-й и 1-й категорий), группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор КЛС-2Е—1—М47—22±10%.

Конденсатор КТП-2Е—1а—М47—27—10%.

Условное обозначение конденсаторов КМ, КМ-С, КП, КПС, К10-29. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант исполнения, группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор КМ—4б—М47—56 пФ±10%.

Конденсатор КП—3а—М1300—390 пФ±10%.

Конденсатор К10-29—А—М330—1,5 пФ±20%.

Условное обозначение конденсатора КМК. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ, мкФ — свыше 9100 пФ), допускаемое отклонение емкости (%), номера пазов микроплаты, к которым подключаются выводы конденсатора (кроме КМК-2а и КМК-3а).

Пример.

Конденсатор КМК-3—М47—100±20%—1—4.

Условное обозначение конденсаторов КД, КДУ, КТ, К10-25. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант расположения выводов (для КД-2), группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%, пФ — при величине отклонения ±0,4 пФ), буквы НМ (для немерцающих конденсаторов).

Примеры:

Конденсатор КД-2б—П100—1 пФ±0,4—1.

Конденсатор КТ-2—М75—100 пФ±10%—НМ.

Конденсатор КДУ—П33—27±10%.

Условное обозначение конденсаторов КТ-1Е, КТ-2Е. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, категория надежности (только для 1-й категории), группа по ТКЕ, реактивная мощность, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%), буквы НМ (для немерцающих конденсаторов КТ-2Е).

Примеры:

Конденсатор КТ-1Е—1—П120—10±10%.

Конденсатор КТ-2Е—М75—100±10% — НМ.

Условное обозначение конденсатора КТБ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора.

Пример.

Конденсатор КТБ-2.

Условное обозначение конденсатора КТИ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальная емкость пФ), допускаемое отклонение емкости (%, пФ — при величине отклонения ±0,4 пФ).

Пример.

Конденсатор КТИ-1—100 пФ±5%.

Условное обозначение конденсаторов КТП, КО, КДО. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант конструкции, вариант исполнения выводов, группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Пример.

Конденсатор КТП—2—Ба—М47—27 пФ±10%.

Условное обозначение конденсаторов К10-15, К10-36, К10-40, КВДС. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальная емкость (мкФ, пФ).

Примеры:

Конденсатор К10-15—0,047 мкФ.

Конденсатор КВДС-3—4700 пФ.

Условное обозначение конденсаторов К10-26, К10-28, К21У-I, К21-7, ДС. После слов «конденсатор» или «комплект конденсаторов» (для ДС) указывается вид конденсатора, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор К10-26—100 пФ±10%.

Конденсатор К21У-1—390 пФ±10%.

Конденсатор ДС—22±5%.

Комплект конденсаторов ДС—22×2±5%.

Условное обозначение конденсатора КВИ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальное импульсное напряжение в воздухе (кВ), номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (% — только для конденсаторов КВИ-2—100 и КВИ-2—10—47).

Пример.

Конденсатор КВИ-2—8—100±10%.

Условное обозначение конденсаторов КВЦ, КВК, К15-4. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальное напряжение (кВ), номинальная емкость.

Пример.

Конденсатор КВЦ-1—4—100 пФ.

Условное обозначение конденсаторов К15У-1, К15У-2, К15У-3. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант исполнения, номинальное напряжение высокой частоты (кВ), номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение мощности (%), номинальная реактивная мощность.

Пример.

Конденсатор К15У-1А—4—1000 пФ±20% — 30.

Условное обозначение конденсатора К15-5. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, группа по ТКЕ, номинальное напряжение (кВ), номинальная емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Пример.

Конденсатор К15-5—Н50—6,3 кВ — 100 пФ±10%.

Условное обозначение конденсаторов К21-5, К22У-1, СКМ, СКМ-Т. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант исполнения, группа по ТКЕ, номинальное напряжение (В), номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор К21-5—А—МПО—160—39±10%.

Конденсатор СКМ-Т—2—МПО—125—470 пФ±10%.

Конденсатор КС-1а—П60—120 пФ±10% (номинальное напряжение не указывается).

Конденсаторы с диэлектриком из слюды

Условное обозначение конденсаторов КСГ, КСО, ОКСО, КСОТ, СГМ, СГМЗ, СГО, К31У-3Е. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальное напряжение (В), группа по ТКЕ, номинальная емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение емкости (%), класс точности (для ОКСО).

Примеры:

Конденсатор КСГ-2—500—Г—0,05±5%.

Конденсатор ОКСО-2—500—Г—180—I.

Конденсатор СГМЗ-А-а—Г—3500±0,3% (а — вариант исполнения).

Конденсатор СГО-С—250—0,1±0,5% (без группы по ТКЕ).

Условное обозначение конденсаторов ССГ, ОСГ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Пример.

Конденсатор ССГ—2—75000±0,5%.

Конденсатор ОСГ—3—2×0,05±10%.

Условное обозначение конденсаторов КВ, КР, КБ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальная емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение емкости (%), номинальное напряжение (кВ).

Пример.

Конденсатор КВ—470 пФ±20,5 кВ.

Конденсаторы с диэлектриком из бумаги

Условное обозначение конденсаторов БГТ, БМ-2, БМТ, БМТ-2, КЗ, К40П-1, К40П-2, К40П-3(КБ), К40У-5, К40У-9, К40-11, БГУ, КБВ, КБГ-П, К41-1. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальное напряжение (В, кВ), номинальная емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор БГТ—400—1±10%.

Конденсатор БМ-2—200 В — 0,01 мкФ±20%.

Конденсатор КЗ—500 В—2×0,47 мкФ±10%.

Конденсатор К40П-3 (КБ) 200—0,025±10%.

Конденсатор БГУ—16—800 (без допускаемого отклонения емкости).

Конденсатор КБГ-П1—4—0,25±10% (после вида конденсатора указывается число изолированных выводов — 1).

Конденсатор К41-1а—25 кВ—0,1 мкФ±10% — В (буква В для конденсатора всеклиматического исполнения).

Условное обозначение конденсаторов КБГ, ОКБГ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант исполнения (для конденсаторов КБГ-М, ОКБГ-М), число изолированных выводов, буква К (для конденсаторов с выводом, соединенным с корпусом, кроме КБГ-М1 и ОКБГ-М1), номинальное напряжение (В), номинальная емкость (пФ, мкФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор КБГ-И—400 В — 0,015 мкФ±5%.

Конденсатор КБГ-МП—3—1000 В — 2×0,05 мкФ±10%.

Конденсатор ОКБГ-МП—3Н—1000—2×0,5—II.

Условное обозначение конденсаторов КБП, ОКБП, ОБПТ. После слова «конденсатор» указывается группа по вибрацион-

ной нагрузке (только гр. I для КБП), вид конденсатора, номинальное напряжение (В), максимальный ток через стержень (А), номинальная емкость (мкФ), допускаемое отклонение емкости (%) или класс точности: II (±10%), III (±20%).

Примеры:

Конденсатор I КБП-Ф—500—20—0,047±2%.

Конденсатор ОКБП-Ф—125—20—0,047 III.

Металлобумажные конденсаторы

Условное обозначение конденсаторов МБГП, МБГВ, МБГИ, МБГН, МБГО, МБГТ, МБМ, МБМЦ, К42У-2, К42-4, К42Ч-6, К42П-5. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальное напряжение (В), группа по сопротивлению изоляции (только для конденсаторов МБГО, МБГТ), номинальная емкость (мкФ), допускаемое отклонение емкости (%) или класс точности: I (±0,5%), II (±10%), III (±20%).

Примеры:

Конденсатор МБГП—2—200—А—10—II.

Конденсатор МБГВ—500 В—160 мкФ.

Конденсатор МБГИ—0,5 мкФ±10%.

Конденсатор МБГТ—300 В—10 мкФ±10—Т (Т—тропическое исполнение).

Конденсатор МБМЦ—400—0,5—II.

Конденсатор К42У-2—630—0,1±10%.

Конденсатор К42Ч-6—300 В—0,47 мкФ±20%.

Конденсатор К42П-5—4 мкФ±10% (без указания величины напряжения).

Условное обозначение конденсатора МБГЧ. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант крепления, номинальное напряжение (В), номинальная емкость (мкФ), допускаемое отклонение емкости (%), высота корпуса (только для конденсатора МБГЧ—1—1—250—I).

Пример.

Конденсатор МБГЧ—1—2А—250—4±10%.

Конденсаторы с диэлектриком из оксидного слоя на вентильных металлах

Условное обозначение конденсаторов КЭ, ЭГЦ, ЭМ, К50-3, К50-7, К50-9, К50-12, К50-15, ЭТ, ЭТН, ЭТО, К52-1, К52-2, К52-5, КОПМ-2, К53-1. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант крепления (только для конденсаторов КЭ-1, ЭГЦ), номинальное напряжение (В), номинальная емкость (мкФ), группа по интервалу рабочих температур (только для конденсаторов КЭ, ЭГЦ, ЭМ).

Примеры:

Конденсатор КЭ—1б—450—10 — Ом.

Конденсатор ЭМ—4—20 — Н.

Конденсатор К50—7б—160 В — 100 мкФ — В (В — исполнение).

Конденсатор К50-9—О—6 В — 10 мкФ (О — только для конденсаторов с однонаправленными выводами).

Конденсатор К50-15—25 В — 47 мкФ — НП (НП — для неполярных конденсаторов).

Конденсатор ЭТ—6—50±20%.

Конденсатор ЭТО—1—25—30±20% — А (А — категория по интервалу рабочих температур).

Конденсатор К52-1—16 В — 10 мкФ$^{+50}_{-20}$%.

Конденсатор К52-5—150 В — 33 мкФ±20%—1.

Конденсатор КОПМ-2—6—10±20% — 1—4 (1—4 — номера пазов микроплаты, к которым подключаются выводы конденсатора).

Условное обозначение конденсатора К50-6. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальное напряжение (В), номинальная емкость (мкФ), буквы БИ — для конденсаторов в неизолированных корпусах, слово «неполярный» — для неполярных конденсаторов.

Пример.

Конденсатор К50-6—1—25 В — 10 мкФ — БИ неполярный.

Вакуумные конденсаторы

Условные обозначения конденсаторов В, КВ, ВВ, ВМ, К61-1, К61-3. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, номинальная емкость (пФ) и допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор В-25±5%.

Конденсатор КВ-100±10%.

Конденсатор ВВ-100±10%.

Конденсатор ВМ-12,5±20%.

Конденсатор К61-1—300 пФ±10%.

Конденсатор К61-2—500 пФ±10%.

Конденсатор К61-3—100 пФ±10%.

Конденсатор К61-4—300 пФ (допускаемое отклонение не указывается).

Пленочные, металлопленочные, комбинированные, лакопленочные конденсаторы

Условное обозначение конденсаторов ОППТ, ПО, ПОВ, ПМ, К70-3, МПО, МПГ-Ц, МПГО, МПГ-П, К71П-1, К71-3, ФГТ-И, ФТ, ФЧ, К72-9, ПМГП, КМПМ, К73-5, К74-5, ПКГТ, ПКГИ,

К75-10, К75-11, К75-14, К75-17, К75-18, К75-19, К75-20, К77-1. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, максимальный ток (А) через стержень (только для конденсатора ОППТ), номинальное напряжение (В, кВ), номинальная емкость (мкФ), допускаемое отклонение емкости (%).

Примеры:

Конденсатор ОППТ—25—0,1 (напряжение не указывается).

Конденсатор ПО—300 В—0,03 мкФ±5%.

Конденсатор ПОВ—15 кВ—390 пФ (допускаемое отклонение емкости не указывается).

Конденсатор К70-3—390 (напряжение и отклонение емкости не указывается).

Конденсатор К71П-1—1±1% (напряжение не указывается).

Конденсатор ФТ—1—600 В—0,01 мкФ±10%.

Конденсатор КМПМ—0,01±20%—1—4 (1—4—номера пазов микроплаты, к которым подключаются выводы конденсатора).

Конденсатор К74-5—0,1 мкФ±10% (напряжение не указывается).

Конденсатор ПКГИ—25—0,025±10%.

Конденсатор К77-1—200 В—0,082 мкФ±10%.

Условное обозначение конденсатора К70-7. После слова «конденсатор» указывается вид конденсатора, вариант конструкции, номер чертежа (1 или 1а), номинальное напряжение (В), номинальная емкость (пФ), допускаемое отклонение емкости (%), материал корпуса (М—из меди, П—из пластмассы).

Пример.

Конденсатор К70-7—1а—100 В—54200 пФ±1%—М.

Вакуумные конденсаторы переменной емкости, подстроечные конденсаторы

Условное обозначение конденсаторов КП1-1, КП1-3, КП1-4, КП1-6, КП1-8, КП1-9, КТ-2, КТ2-23, КВК, КПК, КПКМТ, КТ4-2, КТ4-1Т, КТ4-21, КТ4-25. После слова «конденсатор» указывается обозначение конденсатора, емкость (пФ); минимальная—в числителе, максимальная—в знаменателе.

Примеры:

Конденсатор КП1-1—10/100 пФ.

Конденсатор КП4—2/а—2/10 пФ (а—вариант исполнения).

Условное обозначение конденсаторов КПВ, КПВМ, КТ4-20. После слова «конденсатор» указывается обозначение конденсатора и номер ТУ.

Примеры:

Конденсатор КПВ—50 УЕ0.460.025 ТУ.

Конденсатор I КПВМ—8 ИХ0.465.002 ТУ (I — вариант конструкции).

4. Ряды номинальных емкостей конденсаторов постоянной емкости

Номинальные емкости постоянных конденсаторов емкостью от 1,0 до 9100 пФ соответствуют числам, приведенным в табл. 4.

Номинальные емкости постоянных конденсаторов емкостью от 0,01 до 100 мкФ соответствуют числам, приведенным в табл. 5.

Указанные в табл. 4 и 5 величины номинальных емкостей распространяются на конденсаторы с диэлектриком из керамики, слюды, бумаги, пленки и др., кроме электролитических.

Величины номинальных емкостей электролитических конденсаторов соответствуют ряду: 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000; 5000 мкФ.

5. Условные обозначения и значения групп по ТКЕ конденсаторов постоянной емкости

Условные обозначения и номинальные значения групп по ТКЕ керамических конденсаторов приведены в табл. 6 и 7.

Значения ТКЕ даны в интервале температур от 20 до 85°С.

Буквы М, П и Н обозначают знак ТКЕ: М — отрицательный; П — положительный; МП — близкий к нулю; Н — ненормированный.

Маркировочные знаки (одна или две рядом расположенные точки или полоски) на трубчатых конденсаторах помещаются со стороны вывода внешнего электрода.

Второй вариант цветного кода применяют для маркировки группы конденсаторов, цвет покрытия которых не соответствует цвету, указанному в первом варианте кода. При этом цвет покрытия конденсатора может быть любым, кроме цвета второго маркировочного знака, а площадь первого маркировочного знака делают в два раза больше площади второго знака.

Условные обозначения и значения ТКЕ стеклокерамических, стеклоэмалевых и слюдяных конденсаторов приведены в табл. 8.

Таблица 4

Ряды номинальных емкостей (от 1,0 до 9100 пФ) конденсаторов постоянной емкости

Обозначение рядов					
E6 (допускаемое отклонение ±20% и более)	E12 (допускаемое отклонение ±10%)	E24 (допускаемое отклонение ±5%)	E6 (допускаемое отклонение ±20% и более)	E12 (допускаемое отклонение ±10%)	E24 (допускаемое отклонение ±5%)
1,0	1,0	1,0	10	10	10
		1,1			11
	1,2	1,2		12	12
		1,3			
1,5	1,5	1,5	15	15	15
		1,6			16
	1,8	1,8		18	18
		2,0			20
2,2	2,2	2,2	22	22	22
		2,4			24
	2,7	2,7		27	27
		3,0			30
3,3	3,3	3,3	33	33	33
		3,6			36
	3,9	3,9		39	39
		4,3			43
4,7	4,7	4,7	47	47	47
		5,1			51
	5,6	5,6		56	56
		6,2			62
6,8	6,8	6,8	68	68	68
		7,5			75
	8,2	8,2		82	82
		9,1			91
100	100	100	1000	1000	1000
		110			1100
	120	120		1200	1200
		130			1300
150	150	150	1500	1500	1500
		160			1600
	180	180		1800	1800
		200			2000
220	220	220	2200	2200	2200
		240			2400
	270	270		2700	2700
		300			3000

Продолжение

Обозначение рядов					
E6 (допускаемое отклонение ±20% и более)	E12 (допускаемое отклонение ±10%)	E24 (допускаемое отклонение ±5%)	E6 (допускаемов отклонение ±20% и более)	E12 (допускаемое отклонение ±10%)	E24 (допускаемое отклонение ±5%)
330	330	330	3300	3300	3300
		360			3600
	390	390		3900	3900
		430			4300
470	470	470	4700	4700	4700
		510			5100
	560	560		5600	5600
		620			6200
680	680	680	6800	6800	6800
		750			7500
	820	820		8200	8200
		910			9100

Таблица 5

Ряды номинальных емкостей (от 0,01 до 100 мкФ) конденсаторов постоянной емкости

Допускаемое отклонение ±20% и более	Допускаемое отклонение ±10% и ±5%	Допускаемое отклонение		
		±5%	±10%	±20% и более
0,01	0,01	0,1	1,0	10
	0,012			
0,015	0,015	0,15	1,5	15
	0,018			
0,022	0,022	0,22	2,2	22
	0,027			
0,033	0,033	0,33	3,3	33
	0,039			
0,047	0,047	0,47	4,7	47
	0,056			
0,068	0,068	0,68	6,8	68
	0,082			100

Таблица 6

Номинальное значение и условное обозначение групп по ТКЕ керамических конденсаторов

Номинальное значение ТКЕ на 1°С	Условное обозначение группы					Старое обозначение
	буквами и цифрами	цветным кодом				
		1-й вариант		2-й вариант		
		цвет покрытия конденсаторов	цвет маркировочного знака	цвет 1-го маркировочного знака	цвет 2-го маркировочного знака	
$+120 \cdot 10^{-6}$	П120	Синий	Без знака	Синий	Синий	С
$+100 \cdot 10^{-6}$	П100	»	Черный	»	Черный	—
$+33 \cdot 10^{-6}$	П33	Серый	Без знака	Серый	Серый	Р
0	МПО	Голубой	Черный	Голубой	Черный	О
$-33 \cdot 10^{-6}$	М33	»	Коричневый	»	Коричневый	—
$-47 \cdot 10^{-6}$	М47	»	Без знака	»	Голубой	М
$-75 \cdot 10^{-6}$	М75	»	Красный	»	Красный	Л
$-150 \cdot 10^{-6}$	М150	Красный	Оранжевый	Красный	Оранжевый	—
$-220 \cdot 10^{-6}$	М220	»	Желтый	»	Желтый	—
$-330 \cdot 10^{-6}$	М330	»	Зеленый	»	Зеленый	Ж
$-470 \cdot 10^{-6}$	М470	»	Синий	»	Синий	—
$-750 \cdot 10^{-6}$	М750	»	Без знака	»	Красный	Д
$(-700 \cdot 10^{-6})$	(М700)					
$-1500 \cdot 10^{-6}$	М1500	Зеленый	То же	Зеленый	Зеленый	К
$(-1300 \cdot 10^{-6})$	(М1300)					
$-2200 \cdot 10^{-6}$	М2200	»	Желтый	»	Желтый	—

Таблица 7

Допускаемое изменение емкости керамических конденсаторов с ненормированным ТКЕ и условное обозначение групп по ТКЕ

Допускаемое изменение емкости, %	Условное обозначение группы				
	буквами и цифрами	цветным кодом			
		1-й вариант		2-й вариант	
		Цвет покрытия конденсаторов	Цвет маркировочного знака	Цвет 1-го маркировочного знака	Цвет 2-го маркировочного знака
±10	Н10	Оранжевый	Черный	Оранжевый	Черный
±20	Н20	»	Красный	»	Красный
±30	Н30	»	Зеленый	»	Зеленый
—50	Н50	»	Синий	»	Синий
—70	Н70	»	Без знака	»	Оранжевый
—90	Н90	»	Белый	»	Белый

Таблица 8

Условное обозначение и значение ТКЕ стеклокерамических, стеклоэмалевых и слюдяных кондеисаторов

Вид кондеисаторов	Значение ТКЕ на 1° С·10⁻⁶ в диапазоне температур	Условное обозначение ТКЕ	
		буквами и цифрами	цветным кодом: Цвет маркировочной точки
Стеклокерамические	+50	Г	—
	—(350±10)	Д	—
	0±30	МПО	Серый
	—(47±30)	М47	Голубой
	—(330±100)	М330	Красный
Стеклоэмалевые	0±30	О	—
	—(65±30)	М	—
	+(70±35)	Р	—
	+(150±30)	П	—
	±50	—	—
Слюдяные	±200	Б	—
	±100	В	—
	±50	Г	—

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, КЛАССИФИКАЦИЯ, УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Общие сведения

Переключатели (выключатели), применяемые в аппаратуре, в зависимости от конструктивного выполнения разделяются на микропереключатели (микровыключатели), переключатели типа тумблер, галетные, пакетные, щеточные, кулачковые, движковые и кнопочные переключатели, кнопки.

В эксплуатационной и ремонтной документации после слов «переключатель» указываются тип (условное обозначение) переключателя и номер ГОСТ, нормали или ТУ.

Ниже приведены пояснения и примеры условных обозначений некоторых типов переключателей.

2. Примеры условных обозначений

Галетные переключатели

Условное обозначение переключателей по УС0.360.059 ТУ составляется: из букв ПГК — переключатель галетный с керамическими платами или ПГГ — переключатель галетный с гетинаксовыми платами; цифры с буквой П (проставленной через дефис), определяющей количество рабочих положений; цифры с буквой Н, определяющей количество направлений; цифры (проставленной через дефис), указывающей расстояние между платами (мм), и буквы, означающей форму конца оси (А — прямая лыска, Б — с накаткой, буква отсутствует — косая лыска).

Для переключателей с косой лыской, имеющих длину выступающей части оси 9,5 и 15,5 мм, после цифры, обозначающей расстояние между платами, через дефис проставляются соответственно цифры 9,5 и 15,5.

Пример обозначения галетного переключателя с керамическими платами на 2 положения и 8 направлений, расстоянием между платами 8 мм и прямой лыской на конце оси: переключатель ПГК-2П8Н-8А.

Пример обозначения галетного переключателя с гетинаксовыми платами на 11 положений и 10 направлений, расстоянием между платами 15 мм, косой лыской и длиной выступающей части оси 9,5 мм: переключатель ПГГ-11П10Н-15-9,5.

Условное обозначение переключателей по УЕ0.360.002 ТУ составляется: из цифры и буквы П, определяющей количество положений; цифры и буквы Н, определяющей количество направлений; буквы К или Г — керамические или гетинаксовые платы; цифры 8 или 13, определяющей расстояние между пла-

тами (мм); буквы К, обозначающей косую лыску конца оси (буква отсутствует — прямая лыска); буквы Ш, указывающей на наличие в переключателе широких ножей (буква отсутствует — узкие ножи).

Пример обозначения галетного переключателя с гетинаксовыми платами на 3 рабочих положения и 12 направлений, расстоянием между платами 13 мм, узкими ножами и косой лыской на конце оси: переключатель 3П12Н-Г13К.

Пример обозначения галетного переключателя с керамическими платами на 5 рабочих положений и 4 направления, расстоянием между платами 8 мм, широкими ножами и прямой лыской на конце оси: переключатель 5П4Н-К8Ш.

Щеточные переключатели

Условное обозначение переключателей по ЕЩ0.360.600 ТУ составляется: из цифры и буквы П, определяющей число положений на плате; цифры и буквы Н, определяющей количество направлений (плат) в переключателе; цифры, обозначающей величину угла между рабочими контактами (цифра 1 — фиксация через 15°, цифра 2 — фиксация через 30°), и буквы Т — тропическое исполнение.

Пример обозначения щеточного переключателя на 12 положений, 3 направления, с углом переключения 30° тропического исполнения: переключатель 12П3Н2 — Т.

Условное обозначение переключателей по ОЮ0.360.028 ТУ составляется: из буквы П — переключатель; цифры 1 или 2 — количество полюсов, буквы Т — тумблер; первой цифры 1 (проставленной через дефис) — первая модификация; второй цифры 1 (проставленной через дефис) — первое исполнение.

Кулачковые переключатели

Условное обозначение кулачковых переключателей по ТУ ОЮ0.360.010 составляется: из буквы ПКМ — переключатель кулачковый малогабаритный; цифры, указывающей количество микропереключателей, и цифры (проставленной через дефис), характеризующей габаритные размеры микропереключателей.

Пример обозначения записи кулачкового переключателя габарита 1 с четырьмя микропереключателями: переключатель ПКМ4-1.

Движковые переключатели

Условное обозначение движковых переключателей по ТУ ОЮ0.360,009 составляется: из букв ПДМ — переключатель движковый малогабаритный; цифры (1, 2 или 3), указывающей схему коммутации; цифры (проставленной через дефис),

характеризующей габаритные размеры базовых микропереключателей.

Пример обозначения движкового переключателя со схемой коммутации 2 и габаритом 1: переключатель ПДМ2-1.

Пакетные переключатели (выключатели)

Условное обозначение типа переключателей открытого исполнения составляется: из буквы П (или букв ПК) — пакетный; буквы В или П — выключатель или переключатель; цифры, определяющей количество положений; числа (следующего через дефис), показывающего номинальную величину коммутируемого тока (А); буквы Н с цифрой (после дробной черты), определяющей число направлений.

Для некоторых переключателей в конце обозначения типа ставится буква С, обозначающая, что переключатель выполнен для специальных условий работы, а число, стоящее перед буквой С, — заводской порядковый номер схемы переключения.

Пример обозначения пакетного переключателя на 3 положения, номинальный ток 60 А и 3 направления: переключатель ПП3-60/Н3.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Основными характеристиками плавких предохранителей принято считать номинальный ток плавкой вставки $I_{н.вст}$, нонимальный ток предохранителя $I_{н.п}$, ток плавления плавкой вставки $I_{пл.вст}$, время срабатывания предохранителя при токе плавления $t_{ср.п}$.

Номинальным током плавкой вставки называется указанный на ней ток, который вставка выдерживает неограниченно долгое время.

Номинальным током предохранителя называется указанный на нем ток, равный наибольшему номинальному току плавкой вставки, которая может быть установлена в данный предохранитель.

Основные характеристики плавких предохранителей различных типов приведены в табл. 1.

Восстановление предохранителей сводится к замене плавких вставок исправными запасными или вновь изготовленными. Замена вставки возможна только в том случае, если известна величина номинального тока сгоревшей плавкой вставки. При этом необходимо помнить следующее:

величина номинального тока плавкой вставки задана режимом работы цепи и изменению не подлежит;

при замене провода плавких вставок на другой (не предусмотренный для данной плавкой вставки) время срабатывания предохранителя изменяется, что может привести к отключению аппаратуры или выходу ее из строя;

если бесперебойность работы обспечивается меньшей плавкой вставкой, то нельзя ставить бо́льшую.

В связи с этим необходимо сгоревшие провода плавких вставок заменять калиброванными специальными проводами, придаваемыми к плавким вставкам или рекомендуемыми для замены.

При восстановлении плавкой вставки предохранителей необходимо:

1. Очистить от копоти и пыли контактные части и внутреннюю поверхность патрона или стеклянной трубочки, в которых сгорела плавкая вставка.

2. После определения тока плавления плавкой вставки предохранителя согласно табл. 1 по табл. 2 подобрать провод нужного диаметра или по номинальному току плавкой вставки подобрать нужный калиброванный провод. Если же нет провода на указанный ток плавления, то допускается применение проводов с меньшим током плавления, соединенных параллельно.

Таблица 1

Основные характеристики предохранителей

Тип предохранителя (плавкой вставки)	Номинальный ток плавкой вставки, А	Ток плавления, А	Время срабатывания вставки, с	Активное сопротивление, Ом, не более	Материал плавкой вставки	Примечание
ПК	0,15	0,3.	10	11/20,0	Стальная проволока	Длина предохранителя 30±1 мм. Величина активного сопротивления в знаменателе указана при длине предохранителя 45±1 мм
	0,25	0,5	10	5/6,0		
	0,5	1,0	10	2/2,2		
	1,0	2,0	10	1,2/2,0	Маргаицовистоникелевая проволока	
	2,0	4,0	10	0,3	Медная проволока	
	3,0	6,0	10	0,3		
	4,0	8,0	10	0,2		
	5,0	10,0	10	0,15		
ПН	0,25	0,5	10	6,0		Длиа предохранителя 50±2 мм
	0,5	1,0	10	2,2		
	1,0	2,0	10	2,0		
	2,0	4,0	10	0,5		
	3,0	6,0	10	0,3		
	4,0	8,0	10	0,2		
	5,0	10,0	10	0,15		
ПЦ	1,0	2,0	10	1,0	Марганцовистоникелевая проволока	Длина предохранителя 30±1 мм
	2,0	4,0	10	0,3	Медная проволока	
	3,0	6,0	10	0,15		
	4,0	10,0	10	0,1		
ПВ	2,0	4,0	10	0,5		Длина предохранителя 25±1 мм
	3,0	6,0	10	0,3		
СК	0,15	0,3	40	8		Длина предохранителя 43±1 мм
	0,5	1,0	20	1,8		

Продолжение табл. 1

Тип предохранителя (плавкой вставки)	Номинальный ток плавкой вставки, А	Ток плавления, А	Время срабатывания вставки, с	Активное сопротивление, Ом, не более	Материал плавкой вставки	Примечание
СН	0,15	0,3	40	8		Длина предохранителя 50±1 мм
	0,5	1,0	20	1,8		
ПМ	0,15	0,41	2	—	Константановая проволока	Длина предохранителя 20±1 мм
	0,25	0,69	2	—	Стальная проволока	
	0,5	1,37	2	—		
	1,0	2,75	2	—	Марганцовистоникелевая проволока	Длина предохранителя 20±1 мм
	2,0	5,50	2	—	Медная проволока	
	3,0	8,25	2	—		
	4,0	11,00	2	—		
	5,0	13,75	2	—		
ВП1-1, ВП1-2	0,25	—	1	1,2		Длина предохранителей: ВП1-1 15±0,4 мм, ВП1-2 — 15±0,5 мм
	0,5	—	(при токе	0,4		
	1,0	—	2,5 $I_{ном}$)	0,3		
	2,0	—	0,1	0,06		
	3,0	—	(при токе	0,04		
	4,0	—	5 $I_{ном}$)	0,03		
	5,0	—		0,025		
ВП2Б-1, подгруппа I	0,25	—	1	1,5		Длина предохранителя 20±0,5 мм
	0,5	—	(при токе	0,5		
	0,8	—	2,5 $I_{ном}$)	0,4		
	1,0	—		0,25		
ВП2Б-1, подгруппа II	1,25	—		0,2		
	1,6	—		0,15		
	2,0	—		0,1		
	2,5	—		0,07		

Продолжение табл. 1

Тип предохранителя (плавкой вставки)	Номинальный ток плавкой вставки, А	Ток плавления, А.	Время срабатывания вставки, с	Активное сопротивление, Ом, не более	Материал плавкой вставки	Примечание
ВП2Б-1, подгруппа III	3,15	—		0,05		
	4,0	—		0,04		
	5,0	—		0,03		
	6,3	—		0,02		
ВП3Б-1, подгруппа I	1,0		1 (при токе 2,5 $I_{ном}$)	0,3		Длина предохранителя 30±0,5 мм
	1,25			0,25		
	1,6			0,2		
	2,0			0,15		
ВП3Б-1, подгруппа II	2,5			0,1		
	3,15			0,07		
	4,0			0,05		
	5,0			0,04		
	6,3			0,03		
	8,0			0,025		
	10,0			0,02		
ПН-0,25	0,25	0,6	1	10		Длина предохранителя 37±1 мм
ПН-0,5	0,5	0,12	1	4		
ПН-10	10,0	18,0	1	0,07		
ПНО-1	1,0	2,5	1	0,215		
ПНО-2	2,0	5,0	1	0,06		
ПНО-3	3,0	7,5	1	0,04		
ПНО-6	6,0	12,5	1	0,014		Длина предохраанителя 37±1 мм
ПВ-2	2,0	3,0	До 200	—	Медная посеребренная проволока	
ПВ-6	6	9	До 20	—	Серебряная проволока	
ПВ-10	10	15	То же	—		
ПВ-20	20	30	»	—		

Продолжение табл. 1

Тип предохранителя (плавкой вставки)	Номинальный ток плавкой вставки, А	Ток плавления, А	Время срабатывания вставки, с	Активное сопротивление, Ом, не более	Материал плавкой вставки	Примечание
ПВ-30	30	45	До 20	—		
ПВ-40	40	60	До 65	—		
ПВ-50	50	75	То же	—		
ПВ-60АС	60	60	Не менее 10 мин		Серебряная проволока	Нормально работает при температуре 20°С
		90	От 20 с до 3 мин			
ПВ-60АС		60	Не менее 10 мин			Нормальио работает при температуре 60°С
		90	Не менее 20 с			
		90	Не более 12 мин			Нормально работает при температуре —60°С
ПВ-80АС	80	80	Не менее 10 мин		Серебряная проволока	Нормально работает при температуре 20°С
		120	От 20 с до 2,5 мин			
		80	Не менее 4 мин			При температуре окружающей среды 60°С
		120	Не менее 20 с			
		120	Не более 8 мин			При температуре окружающей среды —60°С
ПВ-100АС	100	100	Не менее 8 мин		Серебряная проволока	При температуре окружающей среды 20°С
		120	От 20 с до 2,5 мин			
		100	Не менее 4 мин			При температуре окружающей среды 60°С
		120	Не менее 20 с			
		120	Не более 4,5 мин			При температуре окружающей среды —60°С
ПР-2	6, 10	2,1 $I_{ном}$	60	—	Цинковые пластинки	Предохранители подразделяются по номинальному напряжению: исполнение I — на напряжение 220 В, исполнение
	15, 20, 25	1,75 $I_{ном}$	60	—		
	35—350	1,6 $I_{ном}$	60	—		
	430—1000	1,6 $I_{ном}$	120	—		

Продолжение табл. I

Тип предохранителя (плавкой вставки)	Номинальный ток плавкой вставки, А	Ток плавления, А	Время срабатывания вставки, с	Активное сопротивление, Ом, не более	Материал плавкой вставки	Примечание
						II — на напряжение до 500 В. Нормально работает при температуре от —20 до +35°С
ППТ-10 с плавкими вставками ВТФ-6 и ВТФ-10	6, 10	$2{,}1\,I_{ном}$	60	—		Нормально работает при температуре от 10 до 35°С
СП-1	1	1,6	Не более 30 мин	—	Медиая эмалированная проволока	Нормально работает при температуре от —60 до +60°С
		2,0	0,2—1,5 с	—		
СП-2	2	4 5	Не более 30 мин	—	Серебряная проволока	
СП-5	5	6	Не менее 30 мин	—	То же	
СП-10	10	15	Не более 30 мин при 20° С	—	Пластина из цинка	
СП-15	15	22,5	Не более 30 мин при 20° С	—	То же	
СП-20	20	30	Не более 30 мин	—	»	
СП-25	25	37,5	при 20° С	—	»	
СП-30	30	45		—	»	
СП-40	40	60		—	»	

Таблица 2

Значения тока плавления проводов различных диаметров

Ток плавления, А	Диаметр, мм					
	Медь	Алюминий	Никелин	Сталь	Олово	Свинец
0,3	—	—	0,022	0,043	—	—
0,5	0,03	0,04	0,05	0,06	0,11	0,13
1	0,05	0,07	0,08	0,12	0,18	0,21
2	0,09	0,1	0,13	0,19	0,29	0,33
3	0,11	0,14	0,18	0,25	0,38	0,43
4	0,14	0,17	0,22	0,3	0,46	0,52
5	0,16	0,19	0,25	0,35	0,53	0,60
6	0,18	0,22	0,28	0,4	0,60	0,68
7	0,2	0,25	0,32	0,45	0,66	0,75
8	0,22	0,27	0,34	0,48	0,73	0,82
9	0,24	0,29	0,37	0,52	0,79	0,89
10	0,25	0,31	0,39	0,55	0,85	0,95
15	0,32	0,4	0,52	0,72	1,12	1,25
20	0,39	0,48	0,62	0,87	1,35	1,52
25	0,46	0,56	0,73	1	1,56	1,75
30	0,52	0,64	0,81	1,15	1,77	1,98
35	0,58	0,7	0,91	1,26	1,95	2,20
40	0,63	0,77	0,99	1,38	2,14	2,44
45	0,68	0,83	1,08	1,5	2,3	2,65
50	0,73	0,89	1,15	1,6	2,45	2,78
60	0,82	1	1,3	1,8	2,80	3,15
70	0,91	1,1	1,43	2	3,10	3,5
80	1	1,22	1,57	2,2	3,40	3,8
90	1,08	1,32	1,69	2,38	3,64	4,1
100	1,15	1,42	1,82	2,55	3,9	4,4
120	1,31	1,60	2,05	2,85	4,45	5
140	1,45	1,78	2,28	3,18	4,92	5,5
160	1,59	1,94	2,48	3,46	5,38	6
180	1,72	2,10	2,69	3,75	5,82	6,5
200	1,84	2,25	2,89	4,05	6,2	7
225	1,99	2,45	3,15	4,4	6,75	7,6
250	2,14	2,6	3,35	4,7	7,25	8,1
275	2,2	2,8	3,55	5	7,7	8,7
300	2,4	2,95	3,78	5,3	8,2	9,2

Рекомендуется вставки из медного провода выполнять луженым проводом.

Плавкие вставки предохранителей типов ПР-2, ППТ-10, СП-10, СП-15, СП-25, СП-30, СП-40, ПДП-2, ПЦУ-6, ПЦУ-20, ПН-2 разрешается заменять только запасными вставками заводского изготовления.

Категорически запрещается замена стандартной пластинчатой плавкой вставки проволочной, если она даже рассчитана на тот же номинальный ток.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНОЙ ВЯЗКОСТИ ВИСКОЗИМЕТРОМ ВЗ-4

Для определения вязкости рекомендуется применять вискозиметр ВЗ-4.

Перед определением вязкости испытуемый материал тщательно перемешать, довести до температуры 20±2°С.

Вискозиметр с помощью установочных винтов штатива устанавливают так, чтобы его верхний край был в горизонтальном положении. Под сопло вискозиметра ставят сосуд вместимостью не менее 110 мл. Отверстие сопла снизу закрывают пальцем, в вискозиметр с избытком наливают испытуемый материал, чтобы образовался выпуклый мениск над верхним краем вискозиметра. Избыток материала и образовавшиеся пузырьки воздуха удаляют с помощью стеклянной пластинки или палочки, сдвигаемых по верхнему краю вискозиметра в горизонтальном положении. Затем открывают отверстие сопла и одновременно с появлением испытуемого материала из сопла включают секундомер. В момент первого прерывания струи испытуемого материала секундомер останавливают и отсчитывают время истечения с погрешностью не более 0,2 с.

За величину условной вязкости в секундах принимают среднее арифметическое значение трех параллельных определений времени истечения испытуемого материала.

Допускаемые значения отдельных определений времени истечения от среднего значения не должны превышать ±2,5%.

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
1	Грунтовка ВЛ-02	ГОСТ 12707—77	ВЛ	Зеленовато-желтый	1	Растворитель РФГ-1	ГОСТ 12708—77
	Грунтовка ГФ-021	ТУ 6-10-1642—77	ГФ	Красно-коричневый	1	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль ХВ-518	ТУ 6-10-966—75	ХВ	Защитный	2	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
2	Грунтовка ФЛ-03к (быв. В-329)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Коричневый	1	Сольвент (К)	ГОСТ 1928—79
	Эмаль МС-17	ТУ 6-10-10-12—75	МС	Черный	2	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78

* Нормы расхода лакокрасочных материалов даны на общее количество и изделий в сборе.

** По чугуну грунтовка ФЛ-03к наносится в два слоя.

НЯЕМЫЕ ДЛЯ ОКРАСКИ ВООРУЖЕНИЯ

Таблица 1

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
26—30	—	15—35	15 мин	74,4—140	Покрытие атмосферостойкое. Наносится на углеродистую сталь. Предназначается для окраски стрелкового, минометного и артиллерийского вооружения, агрегатов наземного оборудования	—
	30—50	100—110	35 мин	72—115,3		Грунтовка ГФ-032 (быв. грунт. 138 А) ТУ 6-10-698—74
		или				
		15—35	48 мин			
16—18	30—35	Первый слой		288—540		—
		15—35	3—4			
		Второй слой				
		15—35	120			
		или				
		40—50	6—8			
		или				
		50—60	5—6			
		или				
		60—70	3—4			
15—25 окунанием	35—50	15—35	24	64,5—103,5	Покрытие атмосферостойкое. Наносится на углеродистую сталь и чугун**. Предназначается для окраски наружных поверхностей шасси и рамы транспортных средств	—
		или				
		100—110	35 мин			
20	—	Первый слой		180—288		Эмаль НЦ-184 (быв. 660 сп) ГОСТ 18335—73
		12—35	0,5			
		Второй слой				
		15—35	24			

слоев и рассчитаны в зависимости от сложности конфигурации деталей, узлов

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
3	Грунтовка ХС-06	ТУ 6-10-1396—73	ХС	Желтый	1	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
	Эмаль ХС-75	ТУ 6-10-1396—73	ХС	Зеленый	3	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
4	Грунтовка ХС-06	ТУ 6-10-1396—73	ХС	Желтый	1	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
	Эмаль ХВ-785	ГОСТ 7313—75	ХВ	Черный	4	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
	Лак ХВ-784 (быв. ХСЛ)	ГОСТ 7313—75	ХВ	Бесцветный	1	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
5	Грунтовка ФЛ-03к (быв. Б-329)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Коричневый	2	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль ГФ-1426 (быв. 1426ф)	ГОСТ 6745—79	ГФ	Защитный	2	Сольвент	ГОСТ 1928—79 или ГОСТ 10214—78
	Эмаль МЛ-165 (быв. МЛ-25)	ГОСТ 12034—77	МЛ	Серебристый, серый, черный, голубой	1	Ксилол	ГОСТ 9410—78 или ГОСТ 9949—76

Продолжение

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
15—35	—	15—35	4	126—237	Покрытие химически стойкое, атмосферостойкое. Наносится на углеродистую сталь и алюминиевые сплавы. Предназначается для окраски поверхностей, подвергающихся воздействию агрессивных сред	Грунтовка ХС-010 (выв. ВХГМ) ГОСТ 9355—60
17—20	—	15—35	4	336—624		—
15—18	—	15—35	4	126—237	Покрытие химически стойкое, атмосферостойкое. Наносится на углеродистую сталь и чугун. Предназначается для окраски колесного хода, шасси и рам транспортных средств, подвергающихся воздействию агрессивных сред	Грунтовка ХС-010 (быв. ВХГМ) ГОСТ 9355—60
16—18	—	15—35	1			—
—	—	15—35	1	214,5—402		
15—25 окунанием	35—50	15—35	24	64,5—103,5	Покрытие атмосферостойкое. Наносится на углеродистую сталь. Предназначается для окраски наружных поверхностей аппаратов и приборов РАВ	—
		или				
		100—110	35 мин			
25—28	—	15—35	24	156—252		—
		или				
		100	3			
45—50 (для среднего рисунка) 70—80 (для крупного рисунка)	—	15—35	15 мин	72—116		—
		затем		70—110		
		120	1	74—120		
				74—120		

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
6	Грунтовка АК-070 (быв. АГ-10с)	ТУ 6-10-899—74	АК	Желтый	2	Растворитель Р-5	ГОСТ 7827—74
	Эмаль МЛ-165 (быв. МЛ-25)	ГОСТ 12034—77	МЛ	Серебристый, серый, черный, голубой	1	Ксилол	ГОСТ 9410—78 или ГОСТ 9949—76
7	Грунтовка ФЛ-03к (быв. В-329)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Коричневый	1	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль ГФ-1426 (быв. 1426ф)	ГОСТ 6745—79	ГФ	Защитный	2	Сольвент	ГОСТ 1928—79 или ГОСТ 10214—78
8	Грунтовка АК-070 (быв. АГ-10с)	ТУ 6-10-899—74	АК	Желтый	2	Растворитель Р-5	ГОСТ 7827—74
	Эмаль ГФ-1426 (быв. 1426ф)	ГОСТ 6745—79	ГФ	Защитный	2	Сольвент	ГОСТ 1928—79 или ГОСТ 10214—78
9	Эмаль ПФ-163 (быв. ПФ-28)	ГОСТ 5971—78	ПФ	Черный	2	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
10	Эмаль КФ-248 (быв. 2013)	ТУ 6-10-637—74	КФ	Белый		Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
13—14	—	15—35	1	90—168	Покрытие атмосферостойкое. Наносится на алюминиевые сплавы.	—
45—50 (для среднего рисунка)	—	15—35	15 мин	72—116	Предназначается для окраски наружных поверхностей аппаратов и приборов РАВ	—
		затем		70—110		
		120	1	74—120		
70—80 (для крупного рисунка)				74—120		
15—25 окунанием	35—50	15—35	24	64,5—103,5	Покрытие атмосферостойкое. Наносится на углеродистую сталь.	—
		или				
		100—110	35 мин			
25—28	—	15—35	24	156—252	Предназначается для окраски наружных поверхностей артиллерийских оптических приборов	—
		или				
		100	3			
13—14	—	15—35	1	90—168	Покрытие атмосферостойкое. Наносится на алюминиевые сплавы.	—
25—28	—	15—35	24	156—252	Предназначено для окраски наружных поверхностей артиллерийских оптических приборов	—
		или				
		100	3			
22—28	—	150	1,5	102—165	Покрытие стойкое внутри помещения. Предназначено для окраски поверхностей оптических приборов	Эмаль ГФ-163 ГОСТ 5971—78
20—30	—	60—65	4	300—450	Покрытие стойкое внутри помещения. Предназначено для окраски поверхностей измерительных приборов (шкалы, циферблаты)	—

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
11	Грунтовка ФЛ-03к (быв. В-329)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Коричневый	1	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль ПФ-115	ГОСТ 6465—76	ПФ	Белый, серый, желтый, голубой, красный, черный	2	Сольвент	ГОСТ 1928—79 или ГОСТ 10214—78
12	Грунтовка АК-070 (быв. АГ-10с)	ТУ 6-10-899—74	АК	Желтый	2	Растворитель Р-5	ГОСТ 7827—74
	Эмаль ПФ-115	ГОСТ 6465—76	ПФ	Белый, серый, желтый, голубой, красный, черный	2	Сольвент	ГОСТ 1928—79 или ГОСТ 10214—78

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
15—25 окунанием	35—50	15—35	24	64,5—103,5	Покрытие стойкое внутри помещения. Наносится на углеродистую сталь. Предназначается для окраски поверхностей рабочих помещений, включая помещения, в которых находятся люди, и стационарного внутреннего оснащения подобных помещений (внутренние поверхности кабин РЛС и АНО, пунктов и комплексов управления)	—
		или				
		100—110	35 мин			
22—26	60—80	15—35	48	230—365		Эмаль ПФ-223 ГОСТ 14923—78
		или		195—315		
		105—110	1	225—360 185—300 210—340 165—265		
13—14	—	15—35	1	90—168	Покрытие стойкое внутри помещения. Наносится на алюминиевые сплавы. Предназначается для окраски поверхностей рабочих помещений, включая помещения, в которых находятся люди, и стационарного внутреннего оснащения подобных помещений (внутренние поверхности кабин РЛС и АНО, пунктов и комплексов управления)	—
22—26	60—80	15—35	48	230—365		Эмаль ПФ-223 ГОСТ 14923—78
		или		195—315		
		105—110	1	225—360 185—300 210—340 165—265		

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
13	Грунтовка ФЛ-03к (быв. В-329)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Коричневый	1	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль ГФ-245 (быв. 1425)	ГОСТ 5971—78	ГФ	Серый	2	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
14	Грунтовка ФЛ-03к (быв. В-329)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Коричневый	1	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль НЦ-5123 (быв. 624)	ГОСТ 7462—73	НЦ	Красно-коричневый	2	Растворитель 646	ГОСТ 18188—72
15	Грунтовка АК-070	ТУ 6-10-899—74	АК	Желтый	2	Растворитель Р-5	ГОСТ 7827—74
	Эмаль НЦ-5123 (быв. 624)	ГОСТ 7462—73	НЦ	Красно-коричневый	2	Растворитель 646	ГОСТ 18188—72
16	Эмаль ХВ-1100 (быв. ПХВ-10)	ГОСТ 6993—70	ХВ	Защитный	2	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74

* По чугуну грунтовка ФЛ-03к наносится в два слоя.

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
15—25 окунанием	35—50	15—35	24	64,5—103,5	Покрытие стойкое внутри помещения. Наносится на углеродистые стали и чугун*. Предназначается для окраски наружных поверхностей станочного оборудования, машин, инструментов	—
		или				
		100—110	35 мин			
32—40	—	80	1,5	180—284		Эмаль ПФ-169 (быв. ПФ-28) ГОСТ 5971—78
15—25 окунанием	35—50	15—35	24	64,5—103,5	Покрытие стойкое внутри помещения, маслостойкое. Наносится на углеродистые стали. Предназначается для окраски поверхностей изделий, подвергающихся воздействию минеральных масел при повышенных температурах	—
		или				
		100—110	35 мин			
25—38		15—35	1	201—375		—
13—14	—	15—35	1	90—168	Покрытие стойкое внутри помещения, маслостойкое. Наносится на алюминиевые сплавы. Предназначается для окраски поверхностей изделий, подвергающихся воздействию минеральных масел при повышенных температурах	—
25—38	—	15—35	1	201—375		—
16—18	—	Первый слой		412—772	Покрытие атмосферостойкое. Предназначается для окраски наружных поверхностей деревянной укупорки	Эмаль ХВ-179 (быв. ПХВ-69А) ТУ 6-10-773—75
		15—35	1			
		Второй слой				
		15—35	120			
		или				
		65—70	2			

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
17	Грунтовка ГФ-021	ТУ 6-10-1642—77	ГФ	Красно-коричневый	1	Сольвент	ГОСТ 1928—79
	Эмаль ХВ-1100 (быв. ПХВ-10)	ГОСТ 6993—79	ХВ	Защитный	2	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
18	Эмаль ГФ-92ХС (быв. СВД)	ГОСТ 9151—75	ГФ	Серый	3	Сольвент	ГОСТ 1928—79
19	Эмаль МА-5118 (быв. ПР-1)	ТУ 6-10-1374—73	МА	Серый	3	Олифа	
20	Эмаль ХВ-16	ТУ 6-10-1301—72	ХВ	Зеленый, красный, черный, серый, голубой		Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
21	Эмаль ЭП-51	ГОСТ 9640—75	ЭП	Серый, черный, белый, желтый, красиый, голубой		Растворитель 648	ГОСТ 18188—72

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
	30—50	100—110	35 мин	72—115,5	Покрытие атмосферостойкое. Предназначается для окраски металлических частей наружных поверхностей деревянной укупорки	—
		или				
		15—35	48			
16—18	—	Первый слой		412—772		Эмаль ХВ-179 (быв. ПХВ-69А) ТУ 6-10-773—75
		15—35	1			
		Второй слой				
		15—35	120			
		или				
		65—70	2			
—	40—60	15—35	24	240—384	Покрытие электроизоляционное, стойкое внутри помещения. Предназначается для покрытия и отделки обмоток и деталей электрических машин и аппаратов	—
20—25 окунанием	30—40	15—35	24	192—306	Покрытие атмосферостойкое. Предназначается для окраски пластин из пористого полистирола	—
16—18	30—35	15—35	2		Покрытие атмосферостойкое. Предназначается для нанесения маркировки по эмалям марок ХВ и ХС	—
18—20	—	15—35	3		Покрытие атмосферостойкое. Предназначается для нанесения маркировки по эмалям марок ЭП, КО, МЛ, ПЭ, ГФ	—
		или				
		80	1,5			

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
22	Эмаль ХВ-114 (быв. ПВЭ-26)	ТУ 6-10-747—74	ХВ	Красно-коричневый			
23	Эмаль ПФ-837 (быв. АЛ-70)	ТУ 6-10-1309—72	ПФ	Серебристый	1	РС-2, уайт-спирит, ксилол	МРТУ 6-10-952—70
24	Грунтовка ФЛ-03к (быв. ФЛ-03)	ГОСТ 9109—76	ФЛ	Желто-зеленый		Сольвент	ГОСТ 1928—79
25	Лак ГФ-95 (быв. 1154)	ГОСТ 8018—70	ГФ	Бесцветный		Сольвент	ГОСТ 1928—79 или ГОСТ 10214—78
26	Лак БТ-99 (быв. 462п)	ГОСТ 8017—74	БТ	Черный		Сольвент	ГОСТ 1928—79

Продолжение

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
					Эмаль предназначается для изготовления консервационного покрытия ЛСП (в эмаль вводят 8% массы присадки АКОР-1) и герметизирующего покрытия ЭГП (в эмаль вводят 6% массы веретенного масла АУ)	—
15—17	—	150	1	192—308	Покрытие металлических поверхностей, подвергающихся нагреву	—
25—30	—	15—35 или 100—110	24 или 35 мин	74—118	Атмосферостойкое. Предназначается для грунтования по нержавеющей стали и алюминиевым сплавам	Грунтовка КФ-030 (быв. АЛГ-1) ТУ 6-10-698—74
20—25	—	105—110 или 180—200	2 или 1	128—204	Покрытие атмосферостойкое, электроизоляционное, термостойкое, маслостойкое. Предназначается для пропитки обмоток электрических машин, аппаратов и трансформаторов	—
25—28	—	15—35	3	160—252	Покрытие электроизоляционное. Предназначается для пропитки обмоток электрических машин, аппаратов и трансформаторов	Лак БТ-95 ТУ 16-504-035—76

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
27	Лак БТ-783 (быв. 411)	ГОСТ 1347—77	БТ	Черный	2	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
28	Лак ФЛ-582 (быв. СБ-1с)	ТУ 6-10-1236—72	ФЛ	Коричневый		Смесь уайт-спирита с ксилолом	—
29	Лак УР-231	ТУ 6-10-863—76	УР	Бесцветный		Смесь бутилацетата с ксилолом	—
30	Лак НЦ-62 (быв. цапон-лак)	ОСТ 6-10-391—76	НЦ	Бесцветный, черный, красный, зеленый		Растворитель 646	ГОСТ 18188—72
31	Лак МЧ-52	ТУ 6-10-767—74	МЧ	Светло-желтый		Смесь бутанола с ксилолом	—

Продолжение

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
25—28	30—35	15—35	48		Покрытие кислотостойкое. Предназначено для окраски кислотных аккумуляторов и их деталей	—
16—17	15 окунанием	60	4	240—388	Покрытие электроизоляционное. Наносится на гетинакс, пластмассу, алюминий, дюралюминий, медь, черную и белую жесть, пассивированный цинк. Предназначается для покрытия деталей из различных материалов	Лак КФ-965 (быв. 302) ГОСТ 15030—78
		или				
		120	2			
14—15	17	15—35	24		Покрытие электроизоляционное. Предназначается для покрытия изделий из черных и цветных металлов	—
окунанием	12	или				
		50—60	5—6			
		или				
		80	3			
		или				
		110—120	1			
25—50	—	15—35	20 мин	578—1084	Покрытие стойкое внутри помещения. Предназначается для покрытия изделий из черных и цветных металлов (места паек)	—
25—28	—	15—35	2		Атмосферостойкое, водостойкое. Предназначается для покрытия деревянных изделий. Лак наносится в электрическом поле высокого напряжения	—
		или				
		50	15—20 мин			

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
32	Лак НЦ-5119 (быв. лак ВК-1) Политура НЦ-5119 (быв. политура ВК-1)	ОСТ 6-10-392—75 ОСТ 6-10-392—75	НЦ	Коричневый с красноватым оттенком	4	Политура НЦ-5119	ОСТ 6-10-392—75
33	Лак БТ-577 (быв. 177)	ГОСТ 5631—79	БТ	Черный	2	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
34	Лак ЛБС-1 (быв. лак бакелитовый, марки А)	ГОСТ 901—78	ЛБС	От красноватого до красно-бурого	2	Спирт этиловый (гидролизный)	ГОСТ 10749—72
35	Лак ПФ-170 (быв. лак 170)	ГОСТ 15907—70	ПФ	Бесцветный	2	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78

Продолжение

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
		15—35	1	384—720	Стойкое внутри помещения. Предназначается для лакировки и полировки деревянных изделий	—
18—23	—	Первый слой 15—35 | 2 Второй слой 15—35 | 24 или 60—70 | 2		152—240	Покрытие атмосферостойкое. Предназначается для окраски металлических конструкций и изделий при непродолжительном их хранении и транспортировании	—
15—25 окунанием	—	15—35 | 2 затем 40—50 | 1 затем 50—60 | 1 затем 60—70 | 1 затем 70—80 | 1 затем 80—90 | 0,5		72—116	Покрытие стойкое к кратковременному воздействию растворов минеральных солей и органических растворителей. Предназначается для покрытия изделий из гетинакса, текстолита и пресс-материалов	—
20—25	30—35	15—35 | 72 или 100 | 3		119,6—191,6	Покрытие атмосферостойкое, термостойкое. Предназначается для нанесения по пентафталевым эмалям, также на фосфатированные стальные пружины. С алюминиевой пудрой окраска металлических поверхностей и шин колес	—

№ по пор.	Система покрытия	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Количество слоев	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
36	Шпатлевка ПФ-00-2 (быв. ЛШ-1)	ГОСТ 10277—76	ПФ	Красно-коричневый		Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
37	Шпатлевка ХВ-00-4 (быв. ХВШ-4)	ГОСТ 10277—76	ХВ	Зеленый		Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
38	Шпатлевка НЦ-00-7 (быв. АШ-24)	ГОСТ 10277—76	НЦ	Красно-коричневый		Растворитель 646	ГОСТ 18188—72
39	Шпатлевка НЦ-00-8 (быв. АШ-30)	ГОСТ 10277—76	НЦ	Защитный		Растворитель 646	ГОСТ 18188—72
40	Олифа „Оксоль"	ГОСТ 190—78	—	—	—	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
41	Смывка АФТ-1	ТУ 6-10-1202—76	—	—	—	—	—

Продолжение

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов* в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения покрытия	Заменитель
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч			
—	—	15—35	3	—	Шпатлевка предназначается для выравнивания загрунтованных грунтовкой ГФ-021 наружных металлических поверхностей	—
		затем 100	1			
—	—	15—35	2	—	Шпатлевка предназначается для выравнивания загруитованных металлических и деревянных поверхностей под перхлорвиниловые эмали	—
—	—	15—35	1	—	Шпатлевка предназначается для выравнивания поверхностей под нитроэмали	—
—	—	15—35	1	—	Шпатлевка предназначается для выравнивания загрунтованных металлических поверхностей под нитроэмали	—
18—22	—	—	—	—	Предназначается для пропитки деревянной укупорки	—
—	—	—	—	—	Предназначается для удаления старых лакокрасочных покрытий	—

№ по пор.	Лакокрасочный материал	ГОСТ, ТУ	Условное обозначение	Цвет	Материал, применяемый для разбавления	ГОСТ, ТУ
1	Эмаль НЦ-184 (быв. 660сп)	ГОСТ 18335—73	НЦ	Черный	Растворитель 646	ГОСТ 18188—72
2	Эмаль ГФ-163	ГОСТ 5971—78	ГФ	Черный	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
3	Эмаль ПФ-223	ГОСТ 14923—78	ПФ	Белый, серый, желтый, голубой, красный, черный	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
4	Эмаль ХВ-179 (быв. ПХВ-69А)	ТУ 6-10-773—75	ХВ	Защитный	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
5	Лак КФ-965 (быв. 302)	ГОСТ 15030—78	КФ	От светло-коричневого до темно-коричневого	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78
6	Лак БТ-95	ТУ 16-504-035—76	БТ	Черный	Сольвент	ГОСТ 1928—67
7	Грунтовка ГФ-032 (быв. грунт 138А)	ТУ 6-10-698—74	ГФ	Коричневый	Сольвент	ГОСТ 1928—67
8	Грунтовка ХС-010 (быв. ВХГМ)	ГОСТ 9255—60	ХС	Красно-коричневый	Растворитель Р-4	ГОСТ 7827—74
9	Грунтовка КФ-030 (быв. АЛГ-1)	ТУ 6-10-698—74	КФ	Желтый	Уайт-спирит	ГОСТ 3134—78

Таблица 2

применяемые для окраски вооружения

Рабочая вязкость		Режим сушки		Ориентировочная норма расхода лакокрасочных материалов в г/м² при нанесении краскораспылителем	Характеристика и область применения лакокрасочного материала
при окраске краскораспылителем	при окраске кистью	температура, °С	продолжительность, ч		
26—30	—	15—35	1	196—348	Атмосферостойкая. Предназначается для окраски наружных поверхностей шасси и рам транспортных средств
25—30	—	150	1,5	80—100	Стойкая внутри помещения. Предназначается для окраски поверхностей оптических приборов
		или			
		200	1		
25—35	—	15—35	30—36	115—185	Стойкая внутри помещения. Предназначается для окраски поверхностей рабочих помещений, включая помещения, в которых находятся люди, и стационарного внутреннего оснащения подобных помещений
		или		102,5—165	
		60—70	4	102,5—165	
		или		112,5—180	
		75—80	3	102,5—165	
		или		85—135	
		75—80	4		
		(для черной)			
16—18	30—35	15—35	2—3	162—316	Атмосферостойкая. Предназначается для окраски наружных поверхностей деревянной укупорки
		или			
		60	1		
25	—	200	12 мин	90—120	Электроизоляционный. Предназначается для покрытия деталей из различных материалов
25—28	—	15—35	30 мин	70—110	Электроизоляционный. Предназначается для пропитки обмоток электрических машин, аппаратов и трансформаторов
		затем			
		105—110	2		
20—25	30—50	70—80	1,5	75—120	Предназначается для грунтования черных металлов и древесины под перхлорвиниловые, лакомасляные и нитроцеллюлозные эмали
		для дерева			
		15—35	24		
		или			
		60—65	2—3		
16—18	30—40	15—35	3	91—171	Предназначается для грунтования изделий под химически стойкие эмали
		или			
		60	1		
35	40—50	15—35	40	82—130	Предназначается для грунтования по нержавеющей стали и алюминиевым сплавам
		или			
		70—80	3		

РЕЛЕ, КОНТАКТОРЫ, ШАГОВЫЕ ИСКАТЕЛИ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Технические характеристики реле типа РМУГ

Обозначение	Обмотка реле		Ток, мА		Рабочее напряжение, В
	сопротивление, Ом	число витков	срабатывания, не более	отпускания, не менее	
РС4.523.401	680±10%	7560	—	—	27
РС4.523.402	430±10%	6030±2%	—	—	27
РС4.523.403	5600±10%	20000	11	—	60

Таблица 2

Технические характеристики реле типа РЭС-6

Обозначение	Обмотка реле		Ток срабатывания, мА	Рабочий ток, мА
	сопротивление, Ом (±10%)	число витков		
РФ0.452.100	2500	12000	20	24
РФ0.452.101	1250	8500	26	29
РФ0.452.102	850	6600	32	35
РФ0.452.103	550	6200	35	43
РФ0.452.104	300	4300	50	60
РФ0.452.105	200	3600	65	90
РФ0.452.106	125	2900	70	96
РФ0.452.107	60	1950	100	150
РФ0.452.108	5000	15000	15	18
РФ0.452.109	30	1500	130	
РФ0.452.110	2500	12000	15	19
РФ0.452.111	1250	8500	21	24
РФ0.452.112	850	6600	25	28
РФ0.452.113	550	6200	30	33
РФ0.452.114	300	4300	42	60
РФ0.452.115	200	3600	55	66
РФ0.452.116	125	2900	62	96
РФ0.452.120	2500	12000	15	19
РФ0.452.121	1250	8500	21	24
РФ0.452.122	850	6600	25	28
РФ0.452.123	550	6200	30	33
РФ0.452.124	300	4300	42	60
РФ0.452.125	200	3600	55	60
РФ0.452.126	125	2900	62	96

Продолжение

Обозначение	Обмотка реле		Ток срабатывания, мА	Рабочий ток, мА
	сопротивление, Ом (±10%)	число витков		
РФ0.452.130	2500	12000	15	19
РФ0.452.131	1250	8500	21	24
РФ0.452.132	850	6600	25	28
РФ0.452.133	550	6200	30	33
РФ0.452.134	300	4300	42	60
РФ0.452.135	200	3600	55	60
РФ0.452.136	150	2900	62	96
РФ0.452.140	2500	12000	15	19
РФ0.452.141	1250	8500	20	24
РФ9.452.142	850	6600	25	28
РФ0.452.143	550	6200	28	33
РФ0.452.144	300	4300	35	40
РФ0.452.145	200	3600	50	60
РФ0.452.146	125	2900	60	96

Таблица 3

Техиические характеристики реле типа РЭС-15

Обозначение	Обмотка реле		Ток срабатывания, мА	Рабочий ток, мА
	сопротивление, Ом	число витков		
РС4.591.001	2200±15%	6000	85	11
РС4.591.002	160±15%	1700	30	39
РС4.591.003	330±15%	2400	21	27
РС4.591.004	720±15%	3500	14,5	19
РС4.591.005	36±10%	890	60	73

Таблица 4

Технические характеристики реле типа РКМП

Обозначение	Сопротивление, Ом (±10%)	Ток срабатывания, мА	Рабочее напряжение, В
РС4.523.601П2	30	44	2,9—1,9
РС4.523.610П2	400	13	11—9,0
РС4.523.639П2	400	13	11—9,0
РС4.523.650П2	1000	7,3	17—13
РС4.523.637П2	4000	4,5	40—32
РС4.523.618П2	4000	4,5	40—32
РС4.523.609П2	400	12,5	11—9,0

Продолжение

Обозначение	Сопротивление, Ом (±10%)	Ток срабатывания, мА	Рабочее напряжение, В
РС4.523.635П2	4000	5	40—32
РС4.523.617П2	4000	5	40—32
РС4.523.600П2	3	174	2,9—1,9
РС4.523.615П2	1700	8	26—22
РС4.523.622П2	4000	5,5	40—32
РС4.523.638П2	4000	6,5	44—36
РС4.523.603П2	100	37	7,0—5,0
РС4.523.626П2	4000	7	53—43
РС4.523.604П2	100	34	7,0—5,0
РС4.523.633П2	700	11	17—13
РС4.523.636П2	4000	6,5	44—36
РС4.523.619П2	4000	6,0	44—36
РС4.523.649П2	250	20	11—9,0
РС4.523.613П2	500	15,5	17—13
РС4.523.614П2	1700	9	30—24
РС4.523.611П2	400	18,5	14—10
РС4.523.608П2	400	18,5	14—10
РС4.523.001П2	1700	11,5	40—32
РС4.523.602П2	100	47	11—9,0
РС4.523.623П2	4000	8	66—54
РС4.523.616П2	1700	13	53—43
РС4.523.629П2	4000	7,5	53—43
РС4.523.620П2	4000	8	66—54
РС4.523.605П2	100	52	11—9,0
РС4.523.607П2	400	21,5	17—13
РС4.523.621П2	4000	7,5	53—43
РС4.523.206П2	2500	12	53—43
РС4.523.627П2	4000	11,5	88—72
РС4.523.648П2	400	28	22—18
РС4.523.606П2	100	51	11—9,0
РС4.523.624П2	4000	8,5	66—54
РС4.523.632П2	400	25	22—18
РС4.523.612П2	400	24,5	22—18
РС4.523.634П2	350	50	40—32
РС4.523.630П2	400	11	88—72
РС4.523.625П2	4000	12	88—72
РС4.523.000П2	1700	26	88—72
РС4.523.647П2	10	180	5,0—3,0
РС4.523.646П2	30	112	7,0—5,0
РС4.523.631П2	400	35	26—22
РС4.523.628П2	4000	13	110—90
РС4.525.200П2	I 500	15	17—13
	II 500	19	22—18
РС4.526.002П2	I 10	—	—
	II 1500	19	53—43
РС4.525.203П2	I 8500±15%	5	88—72
	II 2000±15%	—	—
РС4.526.000П2	I 10±10%	—	17—13
	II 200±10%	40	—

Продолжение

Обозначение	Сопротивление, Ом (±10%)	Ток срабатывания, мА	Рабочее напряжение, В
ЯЛ4.525.211П2	I 250±10% II 250±10% I+II	50 50 25	26—22 26—22 —
РС4.526.003П2	I 10±10% II 200±10%	56	22—18
РС4.525.204П2	I 800±10% II 1200±10%	22	40—32
РС4.526.004П2	I 10±10% II 200±10%	— 66	— 26—22
РС4.526.005П2	I 650±10% II 2450±10%	28 23	40—32 110—90
РС4.526.001П2	I 10±10% II 200±10%	— 73	24—30 —
РС4.525.208П2	I 60±10% II 300±10%	100 60	13—11 40—32
РС4.525.209П2	I 250±10% II 250±10%	60 60	30—24 30—24
ЯЛ4.525.210П2	I 300±10% II 345	45 49	26—22 40—32
ЯЛ4.525.212П2	I 500±10% II 500±10%	36 —	30—24 —
РС4.528.000П2	I 200±10%	24	11—9
РС4.528.005П2	I 500±10%	25	26—22
РС4.528.003П2	I 4000±10%	7	53—43
РС4.528.004П2	I 500±10%	25	26—22
РС4.528.001П2	I 4000±10%	8	66—54
РС4.528.002П2	I 4000±10%	9,5	88—72

Таблица 5

Технические характеристики реле типа РЭС8

Обозначение	Обмотка реле		Ток срабатывания, мА	Рабочее напряжение, В	Рабочий ток, мА
	сопротивление, Ом	число витков			
РС4.590.050П2	180	2900	80	24—32	—
РС4.590.051П2	8000±15%	17000	13	—	16—19
РС4.590.052П2	160±10%	2700	86	20—28	—
РС4.590.060П2	2100±15%	—	28	99—121	—
РС4.590.062П2	180±10%	—	80	24—32	—
РС4.590.056П2	3500	11000	20	—	33

Таблица 6

Технические характеристики реле типа РЭС9

Обозначение	Сопротивление обмоток постоянному току, Ом	Ток срабатывания, мА	Ток отпускания, мА	Рабочий ток, мА	Рабочее напряжение, В	Число витков
РС4.524.200П2	500 ± 10%	30	5	—	23—32	4600
РС4.524.201П2	500 ± 10%	30	5	—	23—32	4600
РС4.524.202П2	72 ± 10%	80	13	—	10—11	1800
РС4.524.203П2	30 ± 10%	108	18	—	5—7	1400
РС4.524.204П2	$9600^{+10\%}_{-15\%}$	7	1,1	8,3—9,3	—	21000
РС4.524.205П2	$3400^{+10\%}_{-15\%}$	11	1,7	13,5—15	—	13000
РС4.524.208П2	$9600^{+10\%}_{-15\%}$	7	1,1	8,3—9,3	—	21000
РС4.524.209П2	500 ± 10%	30	5	—	23—32	—
РС4.524.211П2	980 ± 10%	23	3	27—30	—	—
РС4.524.213П2	500 ± 10%	30	5	—	23—32	—
РС4.524.214	36 ± 10%	95	15	—	5—7	—
РС4.524.215	72 ± 10%	80	13	—	10—18	—
РС4.524.216	30 ± 10%	108	18	—	5—7	—
РС4.524.217	$9600^{+10\%}_{-15\%}$	7	1,1	8,3—13	—	—
РС4.524.218	$3400^{+10\%}_{-15\%}$	11	1,7	13,5—22	—	—
РС4.524.219	36 ± 10%	95	18—25	—	5—7	—
РФ4.524.223	500 ± 10%	30	5	—	23—32	—
РФ4.524.225П2	72 ± 10%	80	13	—	10—18	
РФ4.524.226П2	30 ± 10%	108	18	—	5—7	
РФ4.524.227П2	$9600^{+10\%}_{-15\%}$	—	1,1	8,3—13	—	
РФ4.524.228П2	$3400^{+10\%}_{-15\%}$	11	1,7	13,5—22	—	

Таблица 7

Технические характеристики реле типа РЭС10

Обозначение	Сопротивление обмоток постоянному току, Ом	Ток срабатывания, мА	Ток отпускания, мА	Рабочий ток, мА	Рабочее напряжение, В	Число витков
РС4.524.300П2	4500 ± 15%	6	0,8	7—8	—	11000
РС4.524.305П2	1600 ± 15%	9,5	1,3	12—13	—	6500
РС4.524.308П2	120 ± 10%	35	5	—	7—12	1800
РС4.524.311П2	120 ± 10%	35	5	—	7—18	—
РС4.524.316П2	1600 ± 15%	9,5	1,3	12—13	—	—
РС4.524.321П2	120 ± 10%	35	5	—	7—18	—
РС4.524.326П2	1600 ± 15%	9,5	1,3	12—22	—	—
РС4.524.301П2	4500 ± 15%	8	1,1	9,5—10,5	—	11000
РС4.524.302П2	630 ± 15%	22	3	—	24—30	4000
РС4.524.303П2	120 ± 10%	50	7	—	9—12	1800
РС4.524.304П2	45 ± 10%	80	11	—	5,5—6,5	1100

Таблица 8

Технические характеристики реле типа РЭС22

Обозначение	Сопротивление обмоток, Ом	Число витков	Ток срабатывания, мА	Ток отпускания, мА	Рабочее напряжение, В (±10%)
РФ4.500.125	$2800^{+10\%}_{-15\%}$	11500	11	2	60
РФ4.500.129	$175^{+20\%}_{-10\%}$	3400	36	8	12
РФ4.500.130	$2500^{+15\%}_{-10\%}$	11500	10,5	2,5	48
РФ4.500.131	$650^{+20\%}_{-15\%}$	6200	20	4	24
РФ4.500.163	700 ± 15%	6200	21	3	30
РФ4.500.225	$650^{+15\%}_{-10\%}$	—	19	6	25
РФ4.500.231	700 ± 15%	—	21	3	33

Таблица 9

Технические характеристики реле типа РЭС-34

Обозначение	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом	Рабочий ток или рабочее напряжение		Ток срабатывания, мА	Ток отпускания, мА	Время срабатывания, мс, не более	Время отпускания, мс, не более
		мА	В				
РС4.524.372 П3	630 ± 15%	—	24—30	21	3,2	6 при U = 27 В	4,5
РС4.524.374 П3	45 ± 10%	—	5,5—6,6	75	11,5	6 при U = 6 В	2,5
РС4.524.376 П3	630 ± 15%	—	24—30	21	3,2	6 при U = 27 В	4,5

Таблица 10

Технические характеристики реле типа РЭС-47

Обозначение	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом	Напряжение срабатывания, В, не более	Напряжение отпускания, В, не более	Рабочее напряжение, В
РФ4.500.408 П2	650 ± 10%	17	2,0	24—30
РФ4.500.409 П2	165 ± 5%	7,5	0,7	10,8—13,2
РФ4.500.417 П2	650 ± 10%	15	2,0	20—34
РФ4.500.419 П2	165 ± 5%	7,5	0,7	10—16
РФ4.500.421 П2	39 ± 5%	3,5	0,5	5—9

Таблица 11

Технические характеристики реле типа РЭН-32

Обозначение	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом, (±10%)	Ток срабатывания, мА, (±10%)	Ток отпускания, мА, (±25%)	Максимально допустимый ток через обмотку, мА	
				длительно	кратковременно
РФ4.519.026П2	70	100	40	165	180
РФ4.519.028П2	17	200	80	330	360
РФ4.519.029П2	7,8	300	120	495	540
РФ4.519.032П2	0,30	1500	600	1475	2700
РФ4.519.033П2	0,17	2000	800	3300	3600
РФ4.519.034П2	0,113	2500	1000	4125	4500

Таблица 12

Технические характеристики реле типа РТС-4

Обозначение	Сопротивление обмотки ±0,5 Ом	Рабочее напряжение (постоянное или переменное 50 Гц), В	Время срабатывания, с	
			в нормальных условиях	при воздействии механических и климатических факторов
РФ4.542.003П2	50	27±5% 27±10%	10±20% 10±30%	10±20% 10±50%
РФ4.542.004П2	100	27±5% 27±10%	20±20% 20±30%	20±30% 20±50%
РФ4.542.005П2	120	27±5%	40 $^{+25\%}_{-30\%}$	40±40%
		27±10%	40±40%	40±60%
РФ4.542.007П2	180	27±5%	90 $^{+20\%}_{-45\%}$	90±50%
		27±10%	90 $^{+40\%}_{-50\%}$	90±80%

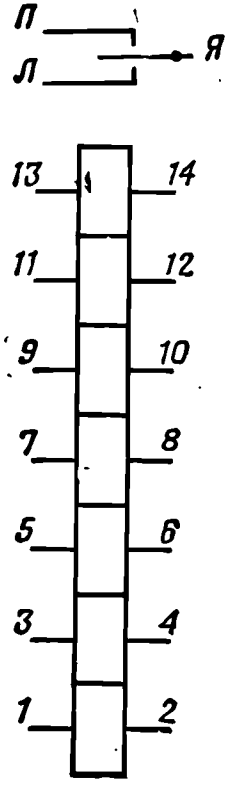
Таблица 13

Технические характеристики реле типа ТР3

Обозначение	Вид реле	Номинальный ток, А	Ток срабатывания, А	Ток несрабатывания, А
РУ4.542.101Сп	ТР3—3,5	3,5	7	4,25
РУ4.542.102Сп	ТР3—5	5	10	6
РУ4.542.103Сп	ТР3—7,5	7,5	15	9
РУ4.542.105Сп	ТР3—15	15	30	18
РУ4.542.106Сп	ТР3—25	25	50	30
РУ4.542.107Сп	ТР3—35	35	70	42

Таблица 14

Технические характеристики реле типа РПС5

Обозначение	Электрическая схема и маркировка выводов	Номер обмотки	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом	Ток срабатывания, мА	Подключение обмоток	
					начало	конец
РС4.522.301П2		I = IIIл + Iп	88 ± 10%	0,5—1,0	1	2
		II = Iл + IIп	77 ± 10%	0,5—1,0	3	4
		III = IIл + IVп	108 ± 10%	0,5—1,0	5	6
		IV = IVл + IIIп	119 ± 10%	0,5—1,0	7	8
		V = Vл + Vп	120 ± 10%	0,94—1,84	9	10
		VI = VIл + VIп	80 ± 10%	2,8—5,5	12	11
		VII = VIIл + VIIп	1,5 ± 10%	17—33	12	13

Продолжение

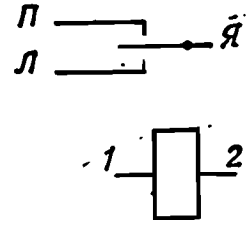
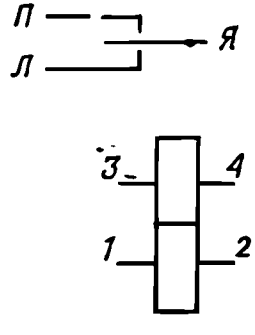
Обозначение	Электрическая схема и маркировка выводов	Номер обмотки	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом	Ток срабатывания, мА	Подключение обмоток	
					начало	конец
РС4.522.304П2 РС4.522.314П2 РС4.522.318П2		I = Iл + Iп I = Iл + Iп I = Iл + Iп	2 ± 15% 500 ± 15% 680 ± 20%	1,5—4,5 0,1—0,3 0,4—0,7	1 1 1	2 2 2
РС4.522.307П2		I = Iл + IIп II = IIл + Iп	6500 ± 20% 6500 ± 20%	0,12—0,18 0,12—0,18	1 3	2 4

Таблица 15

Технические характеристики реле типа РКМП-1

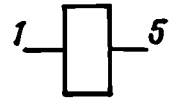
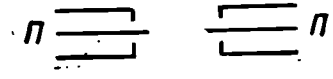
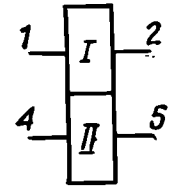
Обозначение	Количество и тип контактов	Электрическая схема и маркировка выводов	Номер обмотки	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом, (±10%)	Ток срабатывания, мА	Ток отпускания, мА	Рабочее напряжение, В
РС4.523.640П2	2з		—	1500	9	—	22—26
РС4.523.643П2	2з		—	0,45	410	—	1,9—2,9
							
РС4.525.202П2	2п		I	250	35,5	8	13—17
			II	250	35,5	8	13—17
							

Таблица 16

Техиические характеристики реле типа 8Э

Тип реле	Обозначение	Число контактов на переключение	Коммутирующий ток, А	Сопротивление обмотки, Ом	Номинальное напряжение, В	Линейный ток через контакт, А	Примечание
8Э11	2ДС.300.000	2	6				Для контактов 10—20 и 11—21
			40	92±9	27	0,13	Для контактов 12—22 и 13—23
8Э12	2ДС.300.001.2	2	25				
8Э13	2ДС.300.002.2	3	10				
8Э14	2ДС.300.003	5	6				

Таблица 17

Техиические характеристики реле типа РТН

Тип реле	Номер чертежа	Рабочее напряжение, В	Рабочий ток, А	Сопротивление, Ом	Время срабатывания, с
РТН-1	РХ4.574.000	6,6	0,6	6+0,3	4±0,2
РТН-2	РХ4.574.001	6,6	0,6	6+0,3	4
РТН-1	РХ4.574.002	24	0,4	85±2	20±5
РТН-2	РХ4.574.003				
РТН-1	РХ4.574.003	6,3	0,5	16±0,5	10±3
РТН-2	РХ4.574.005				

Таблица 18

Технические характеристики реле типа РСМ-1

Номер паспорта	Обмоточные данные			Ток срабатывания, мА	Ток отпускания, мА
	сопротивление, Ом	число витков	диаметр провода, мм		
Ю.171.81.50	60	1400	0,12	68	—
Ю.171.82.43	200	2800	0,09	45	8
Ю.171.81.53	250	3000	0,08	40	—
Ю.171.81.01	525	4500	0,07	26	—
Ю.171.81.37	750	5000	0,06	24	—
Ю.171.81.20	750	5000	0,06	25	5

Таблица 19

Техиические характеристики реле типа РПВ

Технические условия	Сопротивление обмотки постоянному току, Ом	Число витков	Рабочее напряжение, В	Напряжение срабатывания, В	Напряжение отпускания, В
С-1885-00	480+10%	6500	27	17	3

Таблица 20

Технические характеристики реле типа ТРТ

Тип реле	Использование реле	Номинальный ток реле, А	Время срабатывания, с	
			в холодном состоянии	после длительной работы под током
ТРТ-110	ТРТ-111	1,75	3,0—15	0,5
	ТРТ-112	2,5		
	ТРТ-113	3,5		
	ТРТ-114	5,0		
	ТРТ-115	7,0		
ТРТ-120	ТРТ-121	9,0		
	ТРТ-122	11,5		
	ТРТ-131	14,5		
	ТРТ-132	18		
	ТРТ-133	22		
	ТРТ-134	28		
ТРТ-130	ТРТ-135	35	4,0—15	0,8
	ТРТ-136	45		
	ТРТ-137	56		
	ТРТ-138	71		
	ТРТ-139	90		
ТРТ-140	ТРТ-141	110		
	ТРТ-142	140		
ТРТ-140	ТРТ-151	155	5,0—20	1,2
	ТРТ-152	190		
	ТРТ-153	230		
ТРТ-150	ТРТ-154	285		
	ТРТ-155	360		
	ТРТ-156	450		
	ТРТ-157	550		

Таблица 21

Технические характеристики реле типа РУ

Тип реле, обозначение	Обмотка реле			Ток или напряжение срабатывания	Ток или напряжение отпускания
	сопротивление, Ом	число витков	рабочее напряжение или ток		
РУ-3А, ЯЕ4.500.006	2200±10%	45000	6,5 мА	6,5 мА	0,6 мА
РУ-3Б, ЯЕ4.500.007	270±10%	5000	27 В	18 В	2 В
РУ-4, ИЖ4.503.001	16±10%	—	5,5 В	4,6—5 В	—
ИЖ4.500.008	120±10%	—	27 В	18 В	2 В

Таблица 22

Технические характеристики реле типа ТВЕ101В

Напряжение питания, В	Напряжение срабатывания в номинальных условиях, В	Время отпускания реле после подачи на обмотку номинального напряжения	Ток, потребляемый обмоткой, А
27	Не более 18	0,5 с±10%	Не более 0,09

Таблица 23

Технические характеристики реле типа ЭМРВ-27Б-1

Номер чертежа	Группа реле	Диапазон номинальных выдержек времени, с	Цена деления, с	Допускаемое отклонение от номинальной величины выдержки времени, с	
				на 1-й половине шкалы	на 2-й половине шкалы
Ф24.15.000	1	0,2—1	0,05	±0,06	±0,08
Ф24.15.001		0,6—2	0,1	±0,09	±0,13
Ф24.15.002		0,8—3	0,1	±0,14	±0,22
Ф24.15.003		1—5	0,1	±0,23	±0,33
Ф24.15.004		2—10	0,2	±0,45	±0,65
Ф24.15.005		3—15	0,5	±0,7	±1
Ф24.15.006	2	5—20	0,5	±0,9	±1,3
Ф24.15.007		7,5—30	0,5	±1,3	±1,9
Ф24.15.008		10—50	1	±1,8	±3
Ф24.15.009		15—70	1	±3	±4,2
Ф24.15.010		20—100	2	±4,1	±6,1
Ф24.15.011	3	40—200	5	±18,5	±12,5
Ф24.15.012		50—300	5	±12,5	±17,5
Ф24.15.013		50—400	10	±17	±24
Ф24.15.014		100—600	10	±24	±37
Ф24.15.015		100—760	20	±31	±46

Таблица 24

Технические характеристики контакторов ТКД и ТКС

Тип контактора	Напряжение срабатывания контактора, не более, В	Напряжение отпускания контактора, не более, В	Максимальный ток, потребляемый обмоткой контактора, А
ТКД133ДТ	18	6,5	0,4
ТКД511ДТ	18	6,5	0,415
ТКД501ДТ	18	6,5	0,39
ТКС101ДТ	18	6,5	0,415
ТКС201ДТ	18	6,5	0,41
ТКС401ДТ	18	6,5	0,405
ТКС601ДТ	18	6,5	0,55
ТКС501К1	14,5	3,5	1,12
ТКС101К1	14,5	3,5	3,18
ТКС201К1	14,5	3,5	3,75
ТКС401К1	14,5	3,5	5,3
ТКС601К1	14,5	3,5	7,0
ТКД503ДТ	18	6,5	0,42
ТКС103ДТ	18	6,5	0,52
ТКС203ДТ	18	6,5	0,6
ТКД533ДТ	18	6,5	0,52
ТКД233ДТ	18	6,5	0,42

Таблица 25

Технические характеристики шаговых искателей типа ШИВ

Тип искателя	Обозначение	Рабочее напряжение, В	Сопротивление обмотки, Ом (±5%)	Скорость вращения ротора, шаг/с	Щетки ротора			
					общее количество щеток	количество лучей в щетке	количество щеток с перекрытием	количество щеток без перекрытия
ШИВ-25/4	РС3.250.096	24—32	40	15	4	2	—	4
	РС3.250.097	24—32	40	15	4	2	2	2
ШИВ-25/8	РС3.250.093	24—32	25	15	8	2	—	8
	РС3.250.094	24—32	25	15	8	2	—	8
	РС3.250.095	24—32	25	15	8	2	4	4
ШИВ-50/4	РС3.250.091	24—32	30	15	8	1	—	8
	РС3.250.092	24—32	30	15	8	1	—	8

Таблица 26

Технические характеристики реле типа РС

Тип реле	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Напряжение срабатывания, В	Напряжение отпускания, В
РС2	6	45	3,4—4,2	3
РС3-В	12	30	5,5—7,8	5
РС8-Б	12	30	7,5—9	6
РС24-Б	12	0,35	7—8	3—4
РС500	12	—	7—11	3—6
РС40	12	15	—	—
РС41	12	15	5—7	2,5—3
РС3-Г	12	30	—	—
РС12	6	9,5	—	—
РС13	6	9,5	—	—
РС20-Г	12	3	—	—
РС700	12	40	—	—
РС56	6	—	—	—
РС57	12	—	—	—
РС57-Б	12	—	—	—

Таблица 27

Техиические характеристики автоматических выключателей защиты типа АЗС

Тип автомата	Номинальный ток $I_н$, А	Время автоматического срабатывания при токе $2I_н$, с
АЗС-2	2	25—120
АЗС-5	5	25—65
АЗС-10	10	15—45
АЗС-15	15	15—45
АЗС-20	20	20—60
АЗС-25	25	20—60
АЗС-30	30	20—60
АЗС-40	40	25—80
АЗС-50	50	25—80

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

С 1 января 1976 г. вступил в действие ГОСТ 2.710—75, которым была введена система обозначений элементов на электрических схемах, несколько отличная от действующей до 1976 г. (по ГОСТ 2.702—69).

ГОСТ 2.710—75 отменен с 1 января 1978 г. и вновь действует ГОСТ 2.702—69. Однако электрические схемы некоторых изделий, поступивших в войска в последние годы, выполнены с учетом требований ГОСТ 2.710—75, с которыми многие специалисты не знакомы. Для них и предназначены сведения, приведенные в таблице.

Таблица

Обозначения, применяемые на электрических схемах

ГОСТ 2.710—75			ГОСТ 2.702—69	
Буквенный код		Вид элемента или устройства (примеры элементов или устройств)	Буквенные позиционные обозначения элементов	
обязательный	рекомендуемый		Обозначение	Вид элемента или устройства
A	—	Общее обозначение устройства (схемы интегральные, агрегаты электромашинные)	—	—
—	*A*	Усилители (ламповые, полупроводниковые, магнитные, электромашинные, приборы квантовые)	ЭМУ	Усилители электромашинные
—	*B*	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (датчики термоэлектрические, термопары, фотоэлементы, громкоговорители, микрофоны, звукосниматели)	Гр	Громкоговорители (репродукторы)
			Мк	Микрофоны
			Тп	Термопары
		Преобразователи электрических величин в неэлектрические (пьезоэлементы, сельсины, счетчики электрических величин, детекторы ионизирующих излучений)	Пэ	Пьезоэлементы
			Сс	Сельсины
			Wh	Счетчики ватт-часов
			Дт	Детекторы ионизирующих излучений
C	—	Конденсаторы (постоянной и переменной емкости, проходные, опорные, вариконды)	С	Конденсаторы (постоянной и переменной емкости)
D	—	Элементы логические двоичные (схемы интегральные цифровые, триггеры, элементы задержки цифровые, линии задержки)	Лз	Линии задержки

ГОСТ 2.710—75			ГОСТ 2.702—69	
Буквенный код		Вид элемента или устройства (примеры элементов или устройств)	Буквенные позиционные обозначения элементов	
обязательный	рекомендуемый		Обозначение	Вид элемента или устройства
DS	—	Устройства хранения цифровой информации (запоминающие на магнитных сердечниках, магнитных пленках, блоки памяти полупроводниковые и др.)	—	—
E	—	Элементы разные (для которых не установлено специальных буквенных кодов)	Э	Элементы разные
—	*F*	Элементы и устройства защитные (предохранители, разрядники, реле защитные, автоматы защиты сети)	Пр Рр	Предохранители Разрядники
G	—	Генераторы (постоянного и переменного тока, преобразователи частоты, генераторы гармонических колебаний, генераторы импульсные)	Г	Генераторы
—	H	Устройства индикационные и сигнальные (лампы сигнальные, индикаторы ионные и полупроводниковые; звонок, сирена, гудок)	Л Зв	Приборы (электронные, ионные, осветительные) Приборы звуковой сигнализации (звонок, сирена, гудок)
—	*K*	Реле Искатели Контакторы	Р	Реле Пускатели Контакторы
—	*KP*	Реле поляризованные	И	Искатели
L	—	Катушки индуктивности (дроссели)	*L*	Катушки индуктивности (дроссели)
M	—	Двигатели (однофазные, трехфазные, постоянного тока)	М	Двигатели
—	*P*	Приборы и устройства измерительные Аппаратура испытательная	ИП	Приборы измерительные
—	*PA*	Амперметры	А	Амперметры
—	*PU*	Вольтметры	*V*	Вольтметры
—	*Q*	Устройства механические коммутационные для силовых цепей (выключатели, разъединители, токосъемники)	ПК	Токосъемники

Продолжение

ГОСТ 2.710—75			ГОСТ 2.702—69	
Буквенный код		Вид элемента или устройства (примеры элементов или устройств)	Буквенные позиционные обозначения элементов	
обязательный	рекомендуемый		Обозначение	Вид элемента или устройства
R	—	Резисторы (постоянные, переменные, подстроечные, тензорезисторы, терморезисторы)	R	Резисторы (постоянные, переменные, терморезисторы, тензорезисторы)
—	*S*	Устройства коммутационные (выключатели, кнопки, переключатели)	В	Выключатели, переключатели, разъединители
			Кн	Кнопки
T	—	Трансформаторы (вращающиеся, автотрансформаторы)	Тр	Трансформаторы (автотрансформаторы)
			ТрВ	Трансформаторы вращающиеся
—	*U*	Преобразователи электрических величин (модуляторы, дискриминаторы, преобразователи частотные, фазовращатели, инверторы)		
		Устройства связи (передатчики телеграфные, телефоны)	Тф	Телефоны
—	*V*	Приборы электровакуумные		
		Приборы полупроводниковые	ПП	Приборы полупроводниковые
—	*W*	Линии и элементы СВЧ. Антенны		
—	*X*	Соединения разъемные (гнезда, клеммы, зажимы, планки, колодки, разъемы)	Кл	Соединения разъемные (клеммы, зажимы)
			Ш	Разъемы, колодки, вставки
			Гн	Гнездо (контрольное)
—	*Y*	Устройства механические с электрическим приводом (тормоза, муфты сцепления, пневматические клапаны, электромагниты)	Эм	Электромагниты, муфты электромагнитные
—	*Z*	Устройства оконечные. Трансформаторы гибридные. Фильтры. Ограничители	—	—

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Общие указания по ремонту	5
2. Указания по мерам безопасности при ремонте	8
2.1. Общие положения	—
2.2. Меры безопасности при работах с электро- и радиоаппаратурой, электростанциями и агрегатами питания	10
2.3. Меры безопасности при работах с источниками сверхвысокой частоты и источниками рентгеновского излучения	13
2.4. Меры безопасности при работах с грузоподъемными механизмами	15
2.5. Меры безопасности при механической обработке и слесарно-сборочных работах	16
2.6. Меры безопасности при работах с ручным электроинструментом	17
2.7. Меры безопасности при сварочных работах	18
2.8. Меры безопасности при работе с сосудами, находящимися под давлением	19
2.9. Меры безопасности при работе с ингибитированной бумагой	—
2.10. Меры безопасности при выполнении медницких и жестяницких работ	20
2.11. Меры безопасности при работах с ядовитыми и агрессивными жидкостями	—
2.12. Меры безопасности при работах с аккумуляторами	22
2.13. Меры безопасности при работах с эпоксидными смолами	—
2.14. Меры безопасности при работах с лакокрасочными материалами	—
3. Указания по дефектации	24
3.1. Общие указания	—
3.2. Дефектация в собранном виде	25
3.3. Дефектация составных частей, снятых с образца вооружения	30
4. Указания по разборке и сборке	34
4.1. Общие указания по разборке и сборке	—
4.2. Разборка и сборка механических устройств	36
4.3. Штифтование деталей при сборке	41
5. Указания по изготовлению деталей	46
5.1. Общие указания	—
5.2. Изготовление металлических деталей	47
5.3. Изготовление пластмассовых деталей	48

Стр.

6. Указания по устранению общих неисправностей деталей 51

6.1. Ремонт металлических деталей, имеющих забоины, задирины, вмятины, изгиб и излом . . . . . —
6.2. Ремонт металлических деталей с пробоинами и трещинами 57
6.3. Удаление ржавчины с поверхности деталей 61
6.4. Восстановление надписей на деталях 62
6.5. Ремонт пластмассовых, фарфоровых и керамических деталей 63
6.6. Ремонт деревянных деталей 70
6.7. Ремонт уплотнений общего назначения 74
6.8. Ремонт изделий из кожи и ткани . . . . . —

7. Ремонт типовых сопряжений и деталей 76

7.1. Ремонт зубчатых и червячных передач . . . . . —
7.2. Ремонт резьбовых соединений 79
7.3. Ремонт шпоночных соединений 82
7.4. Ремонт шлицевых соединений 83
7.5. Ремонт соединений квадратов и многогранников 85
7.6. Ремонт штифтовых соединений . . . . . —
7.7. Ремонт заклепочных соединений . . . . . —
7.8. Ремонт сопрягаемых поверхностей осей (валов) с отверстиями в деталях (втулках) 86
7.9. Ремонт подшипников качения 89
7.10. Ремонт торсионных валиков 93
7.11. Ремонт крепежных деталей 94
7.12. Ремонт пружин 95
7.13. Ремонт шариковых масленок 98
7.14. Ремонт цепочек 99

8. Ремонт подъемных, уравновешивающих и поворотных механизмов 101

8.1. Ремонт подъемных механизмов . . . . . —
8.2. Ремонт уравновешивающих механизмов 106
8.3. Ремонт поворотных механизмов 108

9. Ремонт тормозных систем и колесных ходов 115

9.1. Общие указания . . . . . —
9.2. Утечка воздуха из сети питания пневматического привода тормозов 119
9.3. Колеса колесного хода изделия не тормозятся и не растормаживаются от ручного привода тормозов 125
9.4. Колеса колесного хода изделия не тормозятся или не растормаживаются от пневматического привода тормозов . . . 128
9.5. Шаткость втулки в колодках тормоза 130
9.6. Износ в сопряжении отверстия втулки с осью колодки тормоза . . . . . —
9.7. Износ в сопряжении отверстия суппорта с осью колодки тормоза . . . . . —
9.8. Шаткость втулок в суппорте . . . . . —
9.9. Износ в сопряжении отверстия втулки с шейкой разжимного кулака . . . . . —
9.10. Тугой ход колес 131
9.11. Течь смазки из ступицы колеса . . . . . —
9.12. Ослабление посадки наружных колец подшипников в ступице и внутренних колец этих подшипников на оси колесного хода . . . . . —
9.13. Ослабление посадки шпилек в ступице колеса 132
9.14. Трещины и выколы на ступице, тормозном барабане, диске и ободе колеса . . . . . —

Стр.

10. Отыскание и устранение неисправностей в гидравлических и пневматических устройствах 133

10.1. Указания по отысканию и устранению неисправностей в гидравлических и пневматических устройствах . . . . . —
10.2. Нарушение герметичности в соединениях 135
10.3. Неравномерное (с рывками) движение механизмов изделия при работе гидравлических устройств 136
10.4. Шум при работе гидравлического привода 137
10.5. Ремонт силовых цилиндров и гидродомкратов 139
10.6. Ремонт клапанов, вентилей и кранов 145
10.7. Ремонт трубопроводов, шлангов и рукавов 149
10.8. Ремонт фильтров 156
10.9. Износ и разрушение уплотняющих деталей 157
10.10. Указания по монтажу уплотняющих деталей 158
10.11. Общие указания по обеспечению требуемой влажности воздуха в баллонах изделия 161
10.12. Очистка и противокоррозионная обработка внутренней поверхности баллонов и трубопроводов 164
10.13. Замена и просушка алюмогеля в пневматических устройствах 168
10.14. Определение утечки воздуха методом вытеснения жидкости пузырьками воздуха из мерной емкости 169

11. Отыскание и устранение неисправностей в элементах радиоэлектронной аппаратуры, выключателях, переключателях и кнопках . . 170

11.1. Общие указания . . . . . —
11.2. Порядок проверки и ремонта резисторов 171
11.3. Порядок проверки и ремонта конденсаторов 175
11.4. Порядок проверки и ремонта переключателей, выключателей и кнопок 180
11.5. Порядок проверки и ремонта полупроводниковых приборов 186
11.6. Порядок проверки и ремонта селеновых выпрямителей . . 194

12. Отыскание и устранение неисправностей в электрическом монтаже 211

12.1. Общие указания . . . . . —
12.2. Порядок проверки и ремонта монтажа 212
12.3. Указания по пайке монтажных соединений 213
12.4. Основные правила электрического монтажа 215
12.5. Контроль качества электромонтажных работ 234

13. Отыскание и устранение неисправностей в кабелях 236

13.1. Ремонт радиочастотных кабелей . . . . . —
13.2. Ремонт низкочастотных кабелей 259
13.3. Ремонт штепсельных разъемов 273

14. Отыскание и устранение неисправностей в электрических машинах 276

14.1. Общие указания . . . . . —
14.2. Характерные неисправности электродвигателей и генераторов, причины неисправностей и способы их устранения . . 277
14.3. Внешний осмотр и электрическая проверка электродвигателей и генераторов по месту установки 278
14.4. Разборка электродвигателей и генераторов 289
14.5. Ремонт узлов и деталей электродвигателей и генераторов после разборки 292
14.6. Устранение неисправностей и сборка электродвигателей и генераторов 296
14.7. Испытания электродвигателей и генераторов после сборки 311

Стр.

14.8. Характерные неисправности сельсинов и вращающихся трансформаторов, порядок и способы устранения неисправностей 316
14.9. Внешний осмотр и электрическая проверка сельсинов и вращающихся трансформаторов по месту установки 318
14.10. Внешний осмотр, механическая и электрическая проверка снятых сельсинов и вращающихся трансформаторов . . . —
14.11. Разборка сельсинов и вращающихся трансформаторов, внешний осмотр и механическая проверка узлов и деталей 323
14.12. Ремонт узлов и деталей сельсинов и вращающихся трансформаторов после разборки 328
14.13. Сборка сельсинов и вращающихся трансформаторов после ремонта 330
14.14. Испытания сельсинов и вращающихся трансформаторов 333

15. Отыскание и устранение неисправностей в трансформаторах и дросселях 337

15.1. Общие указания . . . . . —
15.2. Характерные неисправности трансформаторов и дросселей 339
15.3. Проверка трансформаторов и дросселей по месту установки 341
15.4. Проверка отдельного трансформатора (дросселя) 343
15.5. Устранение неисправностей трансформаторов и дросселей без разборки 348
15.6. Разборка и устранение неисправностей трансформаторов и дросселей 349
15.7. Сборка трансформаторов и дросселей 352
15.8. Испытание трансформаторов и дросселей после ремонта 355
15.9. Особенности ремонта импульсных трансформаторов 356
15.10. Уход за трансформаторным маслом . . . . . —

16. Отыскание и устранение неисправностей в электромагнитных реле, контакторах, пускателях, автоматах и регуляторах напряжения . . 358

16.1. Классификация и основные характеристики , ... —
16.2. Общие указания по ремонту и регулировке электромагнитных реле, контакторов, пускателей и автоматов 361
16.3. Ремонт реле 366
16.4. Ремонт контакторов и пускателей 372
16.5. Ремонт автоматов 376
16.6. Ремонт угольных регуляторов типа РУН 379
16.7. Ремонт угольных регуляторов типа УРН 386

17. Намоточные работы 394

17.1. Изготовление и ремонт каркасов . . . . . —
17.2. Изготовление и ремонт обмоток 396
17.3. Контроль качества обмоточных работ 405

18. Пропиточные работы 407

18.1. Общие указания . . . . . —
18.2. Технология пропитки 409
18.3. Заливка собранных трансформаторов и дросселей компаундами 417
18.4. Бакелизация деталей 422

19. Ремонт кузовов 425

19.1. Общие указания . . . . . —
19.2. Ремонт наружной обшивки 428
19.3. Ремонт оснований каркасов 430
19.4. Нарушение амортизации передней части кузовов (при наличии амортизаторов) 431

Стр.

19.5. Ремонт створок дверей и окон 431
19.6. Ремонт замков и ручек 433
19.7. Ремонт пола 435
19.8. Расслоения, гофры и нарушение лакокрасочных покрытий внутренней обшивки кузовов и кабин 436
19.9. Ремонт лестниц и откидных порожков 437
19.10. Ремонт освещения, систем сигнализации, датчиков температуры и грелок . . . . . —
19.11. Ремонт крепления запасного колеса 440
19.12. Испытание кузовов после ремонта 442

20. Отыскание и устранение неисправностей отопительных установок 443

20.1. Отыскание и устранение неисправностей отопительной установки О30 . . . . . —
20.2. Отыскание и устранение неисправностей отопительно-вентиляционной установки ОВ-65 (ОВ-65Б, ОВ-65В, ОВ-65Г) 452
20.3 Испытание установок О30 и ОВ-65 после ремонта 458

21. Восстановление и ремонт защитных покрытий 459

21.1. Общие указания . . . . . —
21.2. Восстановление лакокрасочных покрытий 460
21.3. Восстановление защитных покрытий на металлических деталях стрелкового оружия 482

Приложения:

1. Перечни работ при ремонте вооружения и применяемого оборудования, приборов, приспособлений и специального инструмента 487
2. Журнал инструктажа личного состава по мерам безопасности (форма) 505
3. Способы отыскания неисправностей в электрических цепях . . 506
4. Инструкция по очистке стальных деталей от ржавчины химическим способом 509
5. Инструкция по выявлению трещин на деталях вооружения с помощью пропиточной смеси 515
6. Определение марок стали пробой на искру 517
7. Классы шероховатости поверхности в зависимости от способов обработки 525
8. Допуски и посадки 526
9. Инструкция по притирке деталей 535
10. Инструкция по ремонту стальных деталей электродуговой и газовой сваркой и наплавкой 539
11. Инструкция по сварке деталей из алюминиевых сплавов и нержавеющих сталей 559
12. Инструкция по сварке чугуна 574
13. Инструкция по цементации деталей 581
14. Таблицы значений твердости и режимов термической обработки деталей для обеспечения определенных категорий прочности 584
15. Определение температур по цветам каления и цветам побежалости 586
16. Таблицы соотношений чисел твердости. Определение твердости напильниками 587
17. Изготовление винтовых пружин 590
18. Инструкция по выполнению клепальных работ 594
19. Инструкция по пайке мягкими и твердыми припоями . . . 597
20. Инструкция по стопорению шпатлевкой (краской) резьбовых соединений и закраске регулируемых резьбовых соединений 605
21. Таблица диаметров сверл под резьбу и под развертывание 610
22. Склеивающие материалы 611

Стр.

23. Инструкция по пропитке войлочных уплотнений 626
24. Ремонт цилиндров гидравлических и пневматических устройств 627
25. Заливка баббитом и обработка деталей пневмогидравлических устройств 635
26. Ремонт зубьев шестерен, секторов и реек 638
27. Краткие сведения о подшипниках качения 644
28. Инструкция по ремонту бронзовых и латунных втулок . . . 647
29. Инструкция о порядке пользования ручной механической звездкой 648
30. Резисторы. Классифнкация, условные обозначения 652
31. Конденсаторы. Классификация, условные обозначения . . . 667
32. Переключатели. Классификация, условные обозначения . . . 685
33. Восстановление плавких предохранителей 688
34. Определение условной вязкости вискозиметром ВЗ-4 695
35. Лакокрасочные покрытия, применяемые для окраски вооружения 696
36. Реле, контакторы, шаговые искатели и автоматические выключатели. Технические характеристики 718
37. Условные обозначения, применяемые на электрических схемах 734

Для заметок

Общее руководство по ремонту ракетно-артиллерийского вооружения

Редактор *А. Д. Вавилов*
Технический редактор *Н. В. Срибнис*
Корректор *Л. В. Устинова*

Сдано в набор 19.01.82. Подписано в печать 02.06.82
Формат 60×90/16. Печ. л. 46½. Усл. печ. л. 46½. Усл. кр. отт. 48,5. Уч.-изд. л. 47,79
Изд. № 5/7931 *Бесплатно* Зак.

Воениздат, 103160, Москва, К-160
2-я типография Воениздата
191065, Ленинград, Д-65, Дворцовая пл., д. 10